

rijksuniversiteit gent

leerstoel voor
toegepaste geologie



LTG

geologisch instituut
krijgslaan 281-S8
B 9000 gent

telefoon 091-22.57.15

85/22

**HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE
VAN HET SANERINGSONDERZOEK VAN DE
OUDE STORTPLAATS MET INDUSTRIEEL EN
HUISHOUELIJK AFVAL ("BLACK POINT")
TE GENTBRUGGE
HYDROGEOLOGISCHE KARAKTERISATIE**



geologisch instituut
krijgslaan 281-S8
B 9000 gent

telefoon 091-22.57.15

Belconsulting_{nv}

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Verslag en studie : Lic. I. BOLLE
Lic. A. DE BRUYN
Lic. Ph. VAN BURM

Onderzoek : TGO 85/22
Dokumentnummer : TGO 85/22(2)
Datum : 04/08/86

Errata

Dokument TGO 85/22(2)

p.1 onderaan: proefpompingen i.p.v. proef test-
pompingen

p.45 halfweg blad: tussen de punten H11 en L4
 is de gradiënt ca. 0,002
 i.p.v. 0,02

INHOUD

1. INLEIDING	1
2. HYDROGEOLOGISCHE OPBOUW	2
2.1. Strategie voor het karakteriseren van de hydro- geologische opbouw	2
2.2. Grondmechanische sonderingen	2
2.3. Geo-elektrische profileringen	7
2.3.1. Principe	7
2.3.2. Uitvoering	8
2.3.3. Interpretatie en bespreking van de resul- taten	10
2.3.3.1. Profiel GEP 1	10
2.3.3.2. Profiel GEP 2	10
2.3.3.3. Profielen GEP 3 en GEP 3'	10
2.3.3.4. Profiel GEP 4	14
2.3.3.5. Profiel GEP 5	14
2.3.4. Globale beoordeling	17
2.4. Boringen	17
2.4.1. Algemeen	17
2.4.2. Uitvoering	19
2.4.3. Boorgatmetingen	20
2.4.4. Uitbouw van het peilbuizennet	21
2.4.5. Hydrogeologische doorsneden	24
3. HYDRAULISCHE KENMERKEN VAN DE LAGEN - INTERPRETATIE VAN DE POMPPROEVEN	29
3.1. Algemeen	29
3.2. Voorbereiding en uitvoering van de pompproeven	29
3.2.1. Boringen met plaatsing van pompputten en peilbuizen	29
3.2.2. Uitvoering van de pompproeven	30
3.3. Resultaten	33

3.3.1. Pompproef in de laag Pld (pompproef 1)	33
3.3.2. Pompproef in de laag KZ (pompproef 2)	34
3.3.3. Bespreking	39
4. GRONDWATERSTROMING	41
4.1. Algemeen	41
4.2. Stijghoogtewaarnemingen	42
4.3. Stijghoogteverdeling binnen de watervoerende lagen KZ en Pld	45
4.3.1. Hydro-isohypsen in de laag KZ	45
4.3.2. Hydro-isohypsen in de laag Pld	47
4.4. Stijghoogteverschil tussen de watervoerende lagen KZ en Pld	47
5. PROEFPOMPINGEN EN GRONDWATERMONSTERNAME	49
5.1. Algemeen	49
5.2. Uitvoering	49
5.3. Resultaten	49
6. BESLUIT	53
BIJLAGEN	

1. INLEIDING

Met een overeenkomst daterend van 21.03.86 verzocht de N.V. BELCONSULTING de Leerstoel voor Toegepaste Geologie van de Rijksuniversiteit Gent over te gaan tot de hydrogeologische deelstudie van het saneringsonderzoek van de oude stortplaats met industrieel en huishoudelijk afval ("black point") te Gentbrugge.

De studie aangevangen op 1 april 1986 duurt 9 maanden gespreid over de periode 1 april 1986 - 31 mei 1987. Een eerste tussentijds verslag handelend over de inventarisatie van de beschikbare gegevens werd ingediend eind april 1986.

Onderhavig verslag omvat de resultaten van de hydrogeologische karakterisatie. Als methoden werden aangewend :

- grondmechanische sonderingen;
- elektrische resistiviteitsprofileringen;
- boringen, geofysische boorgatmetingen, plaatsing van peilbuizen;
- pompproeven;
- stijghoogtemetingen;
- grondwaterbemonstering.

De resultaten zijn verwerkt tot volgende hoofdstukken :

- hydrogeologische opbouw (hoofdstuk 2);
- hydraulische kenmerken van de lagen - pompproefinterpretatie (hoofdstuk 3);
- grondwaterstroming (hoofdstuk 4);
- proefpompingen en grondwaterbemonstering (hoofdstuk 5);
- besluit (hoofdstuk 6).

De hydrogeologische karakterisatie greep plaats tussen 1 mei 1986 en 31 juli 1986.

2. HYDROGEOLOGISCHE OPBOUW

2.1. Strategie voor het karakteriseren van de hydrogeologische opbouw

Zoals uit het inventarisatieverslag blijkt is de ondergrond van het bestudeerde stortterrein van boven naar onder opgebouwd uit :

- gestort materiaal;
- een slecht doorlatende alluviale laag KDL (Kwartair);
- een doorlatende laag KZ (Kwartair);
- een slecht doorlatende laag KL (Kwartair);
- een doorlatende laag Pld (Tertiair);
- een slecht doorlatende laag Plc (Tertiair);
- diepere lagen die voor het beschouwde probleem van geen belang zijn.

Voor het verkennen van de ondergrond werd de uitvoering voorzien van (in volgorde) :

- grondmechanische sonderingen : vooral met het oog op de bepaling van de aanvullingsdikte en de diepte van het Plc.
- geo-elektrische profileringen : met als doel een eerste indicatie over de ondiepe verontreiniging en de keuze van inplanting van de boorplaatsen;
- boringen met geofysische boorgatmetingen en met plaatsing van peilbuizen.

2.2. Grondmechanische sonderingen

Twee grondmechanische sonderingen werden op 26 mei 1986 door de firma VERBEKE uitgevoerd met een hydraulisch sondeerapparaat van 200 kN. De liggingsplaatsen zijn weergegeven op de figuur 1. Deze plaatsen werden zo gekozen dat de uiteinden van het gebied verkend konden worden.

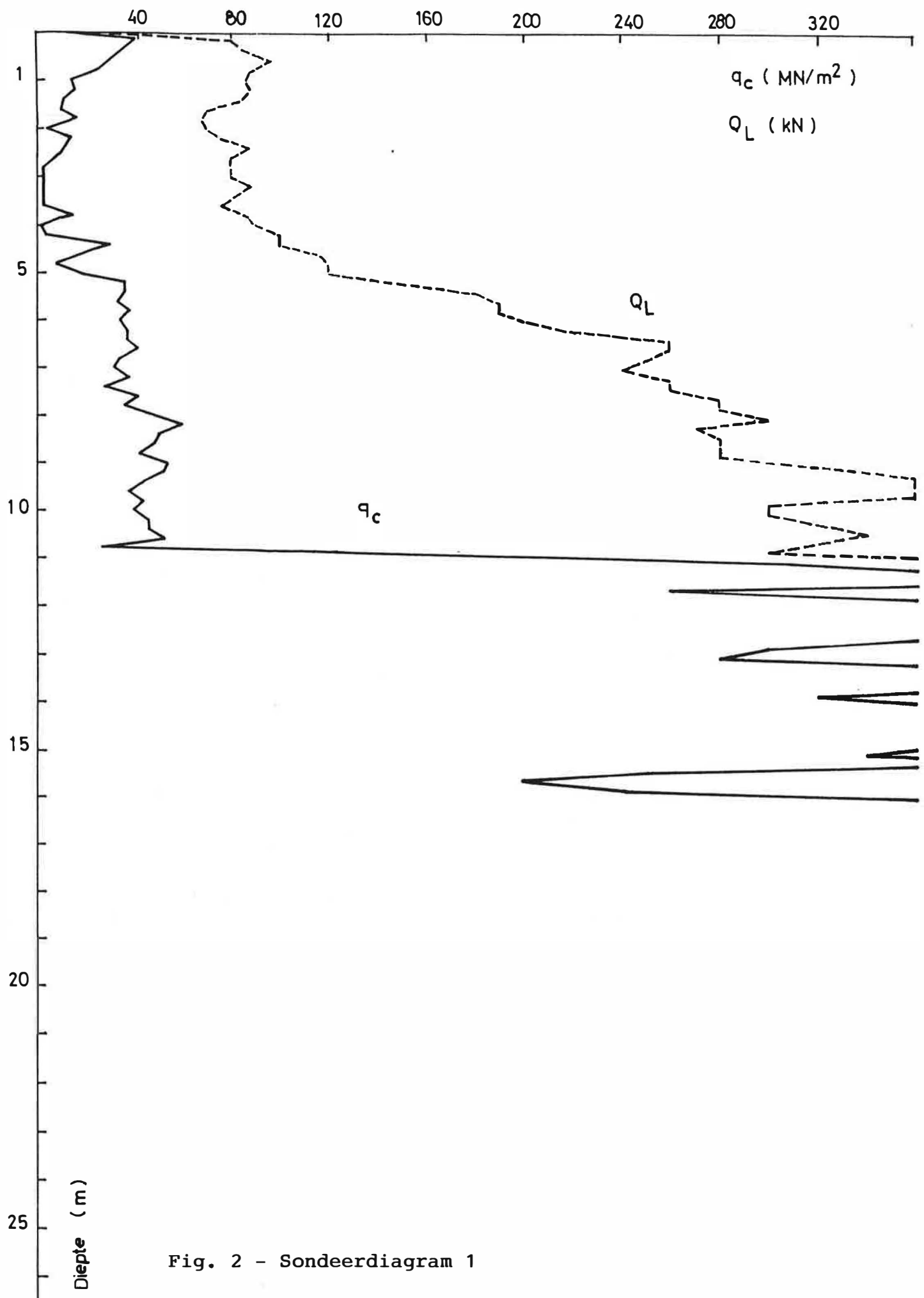


Fig. 2 - Sondeerdiagram 1

De sondering 1 is uitgevoerd nabij de Schelde, in de opgevulde Scheldemeander. Het sondeerdiagram is gegeven in fig. 2. Aan de hand van de ervaring kan volgende interpretatie gegeven worden :

- van 0,00 tot 5,00 m diepte : weinig weerstandbiedende laag bestaande uit losgepakt zand met sliblenzen. Bovenaan komt steengruis voor. Deze laag bestaat uit geroerde aanvullingsgrond gestort in de voormalige Schelde-arm;
- van 5,00 tot 10,8 m diepte : matig gepakt zand dat klei- of leemhoudend kan zijn (watervoerende laag KZ);
- van 10,8 tot 16,0 m diepte (einde sondering) : zeer dichtgepakt zand dat klei- of leemhoudend kan zijn (watervoerende laag Pl_d). De sondering werd beëindigd op een zeer hard niveau, vermoedelijk een veldsteenbank.

Het sondeerbeeld is in goede overeenstemming met de boring B 829 op de litologische doorsnede A-A' van het inventarisatierapport.

De sondering 2 (fig. 3) is uitgevoerd naast de oude Schelde-arm, nabij de volkstuintjes. De interpretatie :

- van 0,00 tot 2,30 m diepte : zeer weinig weerstandbiedende laag bestaande uit losgepakt zand en/of slib (slecht doorlatende laag KDL);
- van 2,30 tot 3,50 m diepte : losgepakt zand dat klei- of leemhoudend kan zijn (laag KZ);
- van 3,50 tot 5,50 m diepte : zeer dichtgepakt zand (laag KZ);
- van 5,50 tot 6,20 m diepte : klei of leem (laag KL);
- van 6,20 tot ca. 14 m diepte : zeer dichtgepakt zand, dat klei- of leemhoudend kan zijn (laag Pl_d);
- van ca. 14 tot 27 m diepte : zeer dichtgepakt zand dat klei- of leemhoudend kan zijn en geleidelijk overgaat in

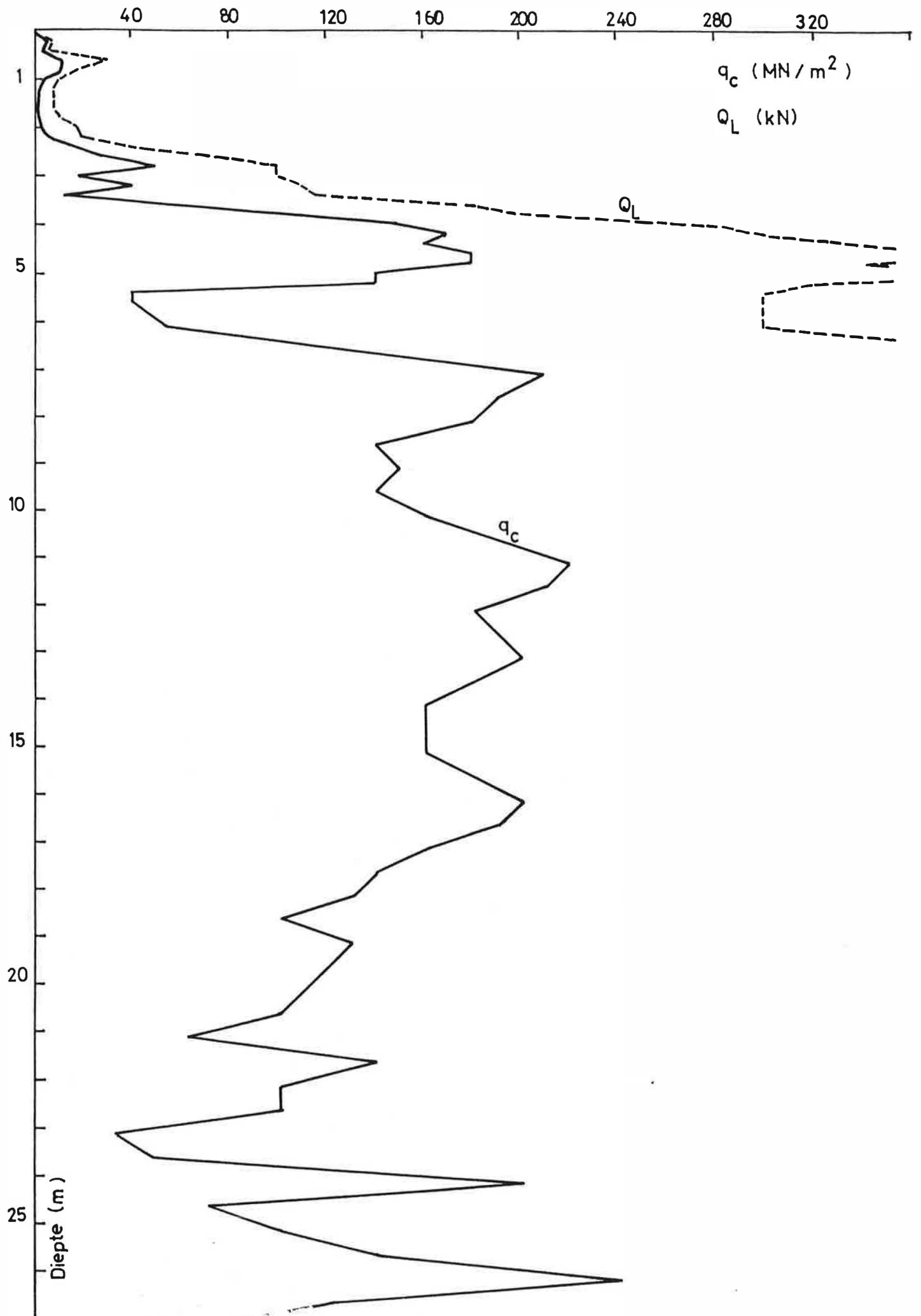


Fig. 3 - Sondeendiagramm 2

een afwisseling van lagen dichtgepakt zand en klei (laag Plc).

Uit de diepsondering 1 blijkt dat de aanvullingsdikte in de Scheldemeander ca. 5 m bedraagt. De diepte van de slecht doorlatende laag kon niet worden vastgesteld gezien de aanwezigheid van een harde steenbank. Uit diepsondering 2 blijkt dat er, tenminste plaatselijk, geen scherpe grens is tussen de watervoerende laag Pld en de slecht doorlatende laag Plc; eerder kan men spreken van een geleidelijke toename van het klei-gehalte. Beide sonderingen zijn in overeenstemming met de in de inventarisatie geschetste toestand.

2.3. Geo-elektrische profileringen

2.3.1. Principe

Het geo-elektrisch profileren bestaat erin langs een bepaalde lijn (profiel) op regelmatige afstanden de schijnbare resistiviteit (soortelijke weerstand) van een gedeelte van de grond te meten.

De schijnbare resistiviteit wordt door tal van factoren bepaald waaronder de belangrijkste zijn :

- de structuur van de grondlagen (dikte, diepte van grensvlakken,...);
- de samenstelling van de gesteenten en van het poriënwater.

Daar deze factoren onafhankelijk van elkaar variëren is de gemeten schijnbare resistiviteit een uitdrukking van de globale geo-elektrische toestand van de grond binnen de indringingsdiepte; een kwantitatieve interpretatie is dan ook slechts mogelijk in een beperkt aantal gevallen. In het bestek van dit onderzoek zijn de resultaten kwalitatief geïnterpreteerd.

2.3.2. Uitvoering

Er werd gebruik gemaakt van een symetrische WENNER-opstelling met een elektrodenafstand van 10 m, waarbij de gemeten waarden benaderend aan het meetcentrum kunnen toegeschreven worden (fig. 4).

Het zelf ontwikkeld meettoestel bevat in de voedingskring een milli-ampèremeter en in de meetkring een millivoltmeter en een galvanometer. De stroomelektroden zijn stalen staven die ondiep in de grond worden gestoken. De spannings-elektroden zijn niet-polariseerbare elektroden, bestaande uit een poreus potje van gebakken aarde, waarin een koperen staaf in een verzadigde kopersulfaatoplossing gedompeld is. Aangezien tellurische stromen, galvanische effecten en spontane polarisatie de metingen kunnen beïnvloeden voert men voor elke meting een potentiometrische voorkompensatie uit, en meet men tweemaal, waarbij de stroomzin wordt omgekeerd.

De meetapparatuur geeft digitaal de stroomsterkte in mA en het potentiaalverschil in mV weer. De schijnbare resistiviteit wordt dan bekomen met behulp van de volgende formule :

$$\rho_a = 2\pi a \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

met ρ_a = de schijnbare resistiviteit (ohm m)

a = de elektrodenafstand (m)

V = het potentiaalverschil (mV)

I = de stroomsterkte (mA)

In onderhavig onderzoek werd een elektrodenafstand van 10 m aangenomen; daardoor bedraagt de indringingsdiepte enkele

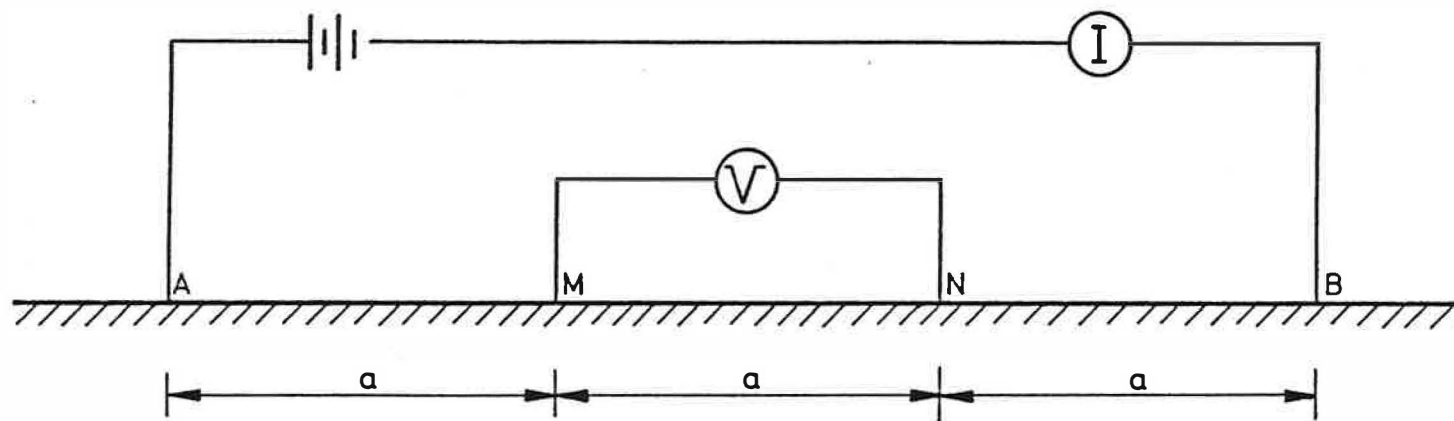


Fig. 4 - Geo-elektrische profilering met de Wenner-opstelling

meters, afhankelijk van de aard van de ondergrond.

De uitvoeringsplaatsen van de vijf profielen (GEP 1, 2, 3, 4 en 5) zijn voorgesteld op figuur 1. In het totaal zijn op 12, 14, 20 en 21 mei 1986 1950 m geprofileerd.

2.3.3. Interpretatie en bespreking van de resultaten

2.3.3.1. Profiel GEP 1 (fig. 5)

Het profiel GEP 1 is 400 m lang, begint aan het punt F11 en loopt tweemaal over de gedempte Schelde-arm. In de gedempte arm zijn de resistiviteiten gemiddeld kleiner dan 15 ohm.m. Op punt K11 wordt een waarde van ca. 7,5 ohm.m genoteerd. Tussen de Schelde-armen bedraagt de waarde gemiddeld ca. 18 ohm.m terwijl buiten de opgevulde zones de resistiviteit hoger is dan 20 ohm.m.

Uit het profiel blijkt dat vermoedelijk enkel onder de opgevulde meander een hoger zoutgehalte in het porïen-water voorkomt (fig. 10).

2.3.3.2. Profiel GEP 2 (fig. 6)

Over geheel het profiel werden waarden opgemeten tussen 20 en 35 ohm.m. Het gestorte materiaal ter hoogte van de percelen 800a en 801a veroorzaakt geen duidelijke anomalie in het resistiviteitsprofiel.

2.3.3.3. Profielen GEP 3 en GEP 3' (fig. 7)

Het profiel GEP 3 is 230 m lang en begint aan het punt B20. Tot aan het begin van de stortzone werden resistiviteiten gemeten van 25 tot 35 ohm.m. Eens op het stortterrein dalen de waarden tot 20 à 25 ohm.m om nabij de oude

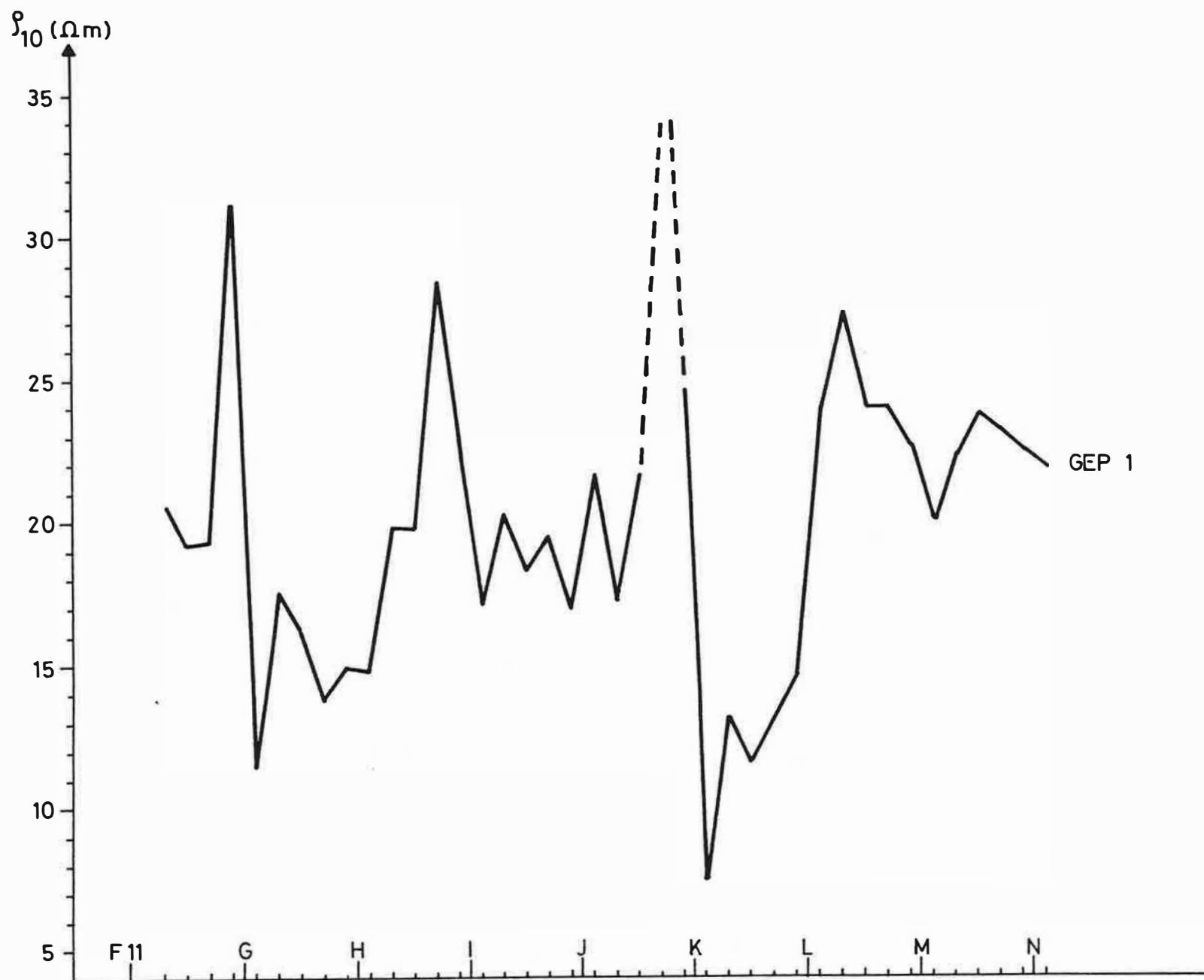


Fig. 5 - GEP1

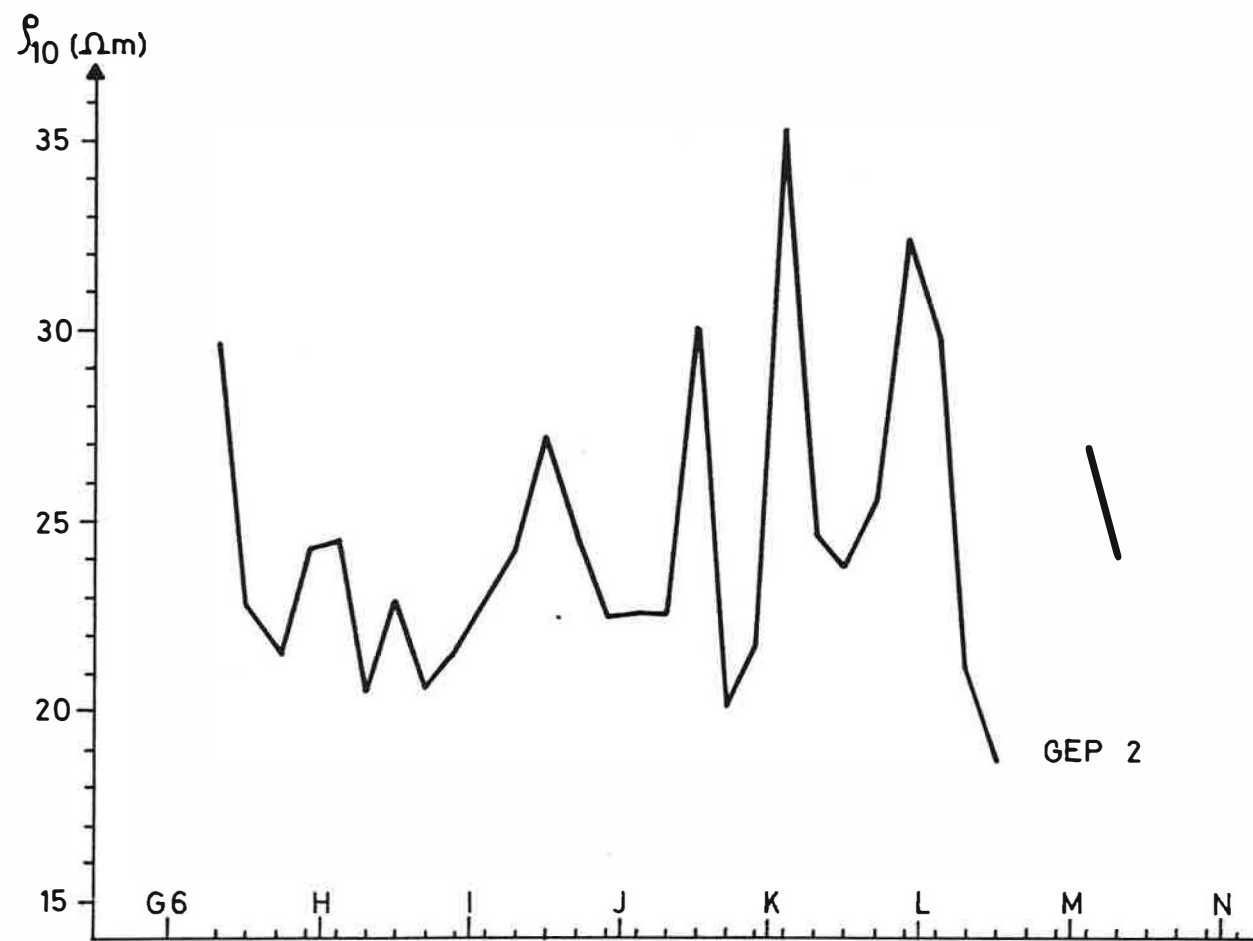


Fig. 6 - GEP2

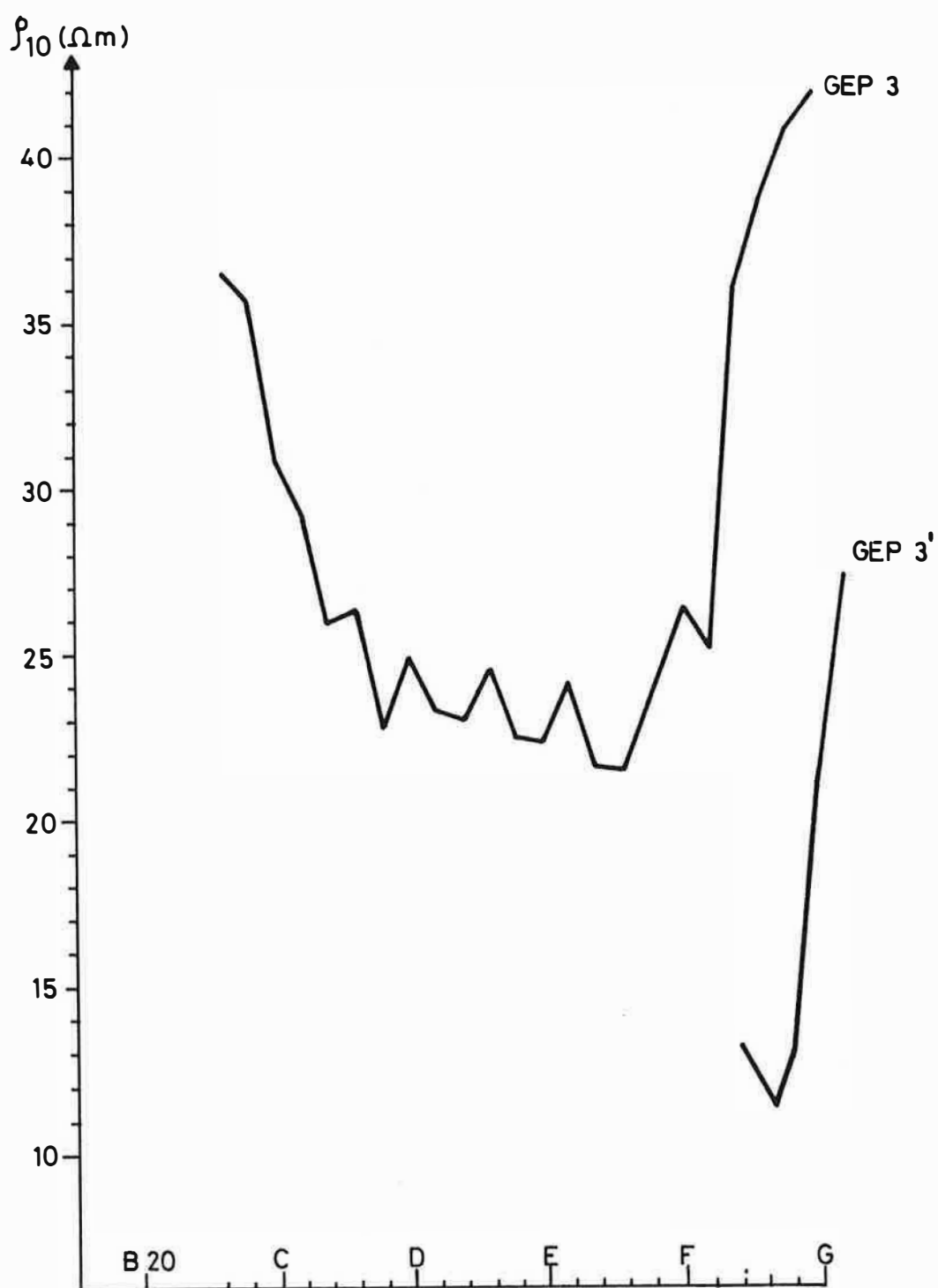


Fig. 7 - GEP3 en 3'

Schelde-arm weer te stijgen tot boven de 25 ohm.m. Deze nog relatief hoge waarden worden waarschijnlijk veroorzaakt door de aard van het gestorte materiaal (vnl. steengruis).

Tussen lijnen 18 en 19 werd ter hoogte van de oude Schelde-arm een korte profilering (GEP 3') (50 m) uitgevoerd op een plaats waar volgens geruchten vaten werden begraven. Opvallend is de scherpe daling van de resistiviteitswaarden tot ca. 10 ohm.m wat zou kunnen wijzen op een hoog zoutgehalte van het poriënwater of op de aanwezigheid van metaal.

2.3.3.4. Profiel GEP 4 (fig. 8)

Deze profilering van 400 m lang begint met zeer hoge waarden (> 40 ohm.m) te wijten aan zeer droge zandgrond (korfbalterrein). Bij de opgevulde Schelde-arm is er een vrij snelle daling tot ca. 25 ohm.m. Nergens werden echter waarden opgemeten lager dan 25 ohm.m zodat men bezwaarlijk kan spreken van ernstige anomalieën.

2.3.3.5. Profiel GEP 5 (fig. 9)

GEP 5 (560 m lang) begint aan punt D16. De resistiviteiten bedragen 15 tot 20 ohm.m in de gedempte Schelde-arm. Daarnaast lopen de waarden vrij vlug op tot meer dan 25 ohm.m om nabij de huidige Scheldedijk te dalen tot 20 ohm.m (invloed van brak Scheldewater?).

Ook in GEP 5 zijn er geen uitzonderlijk lage waarden gemeten.

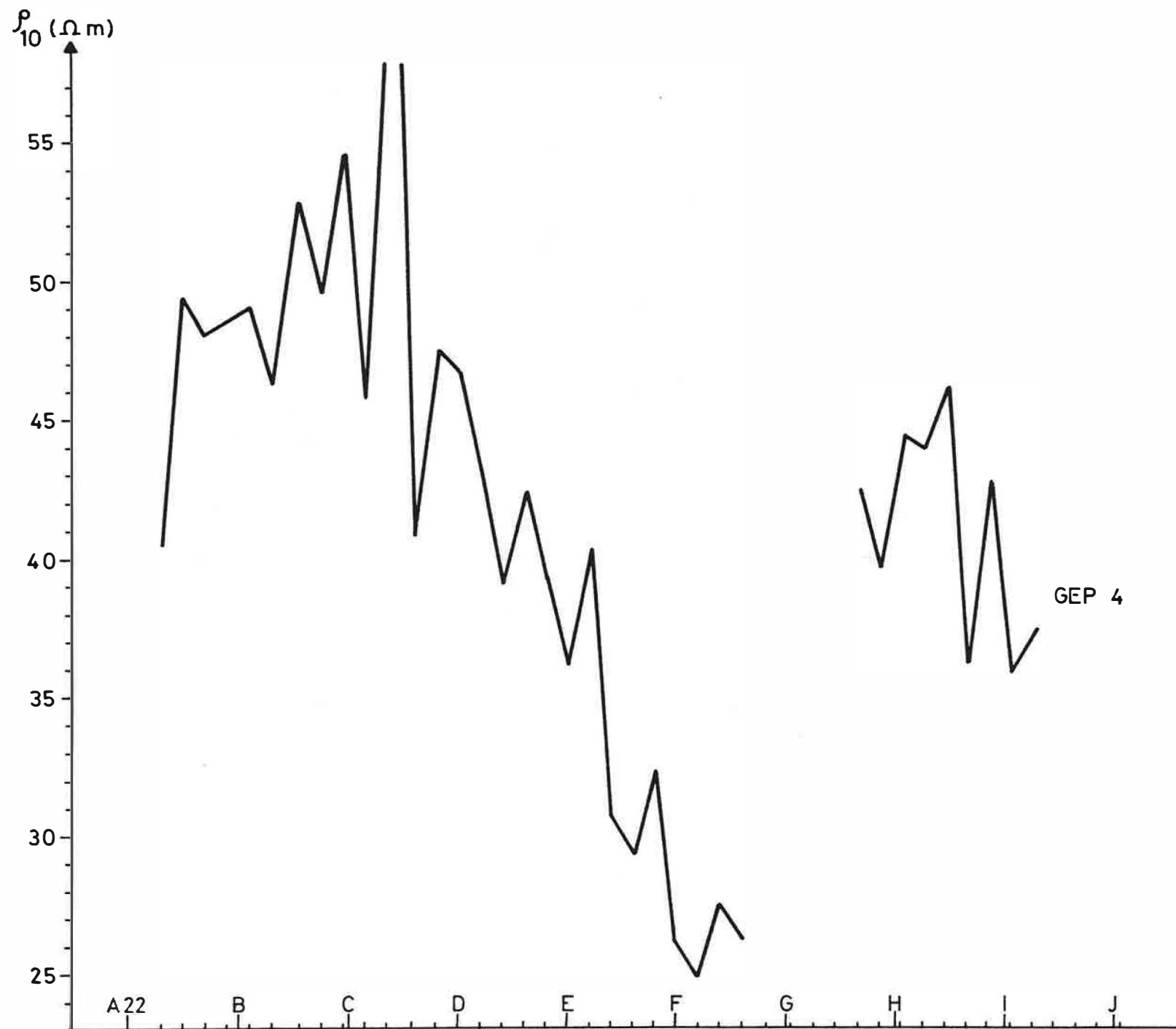


Fig. 8 - GEP4

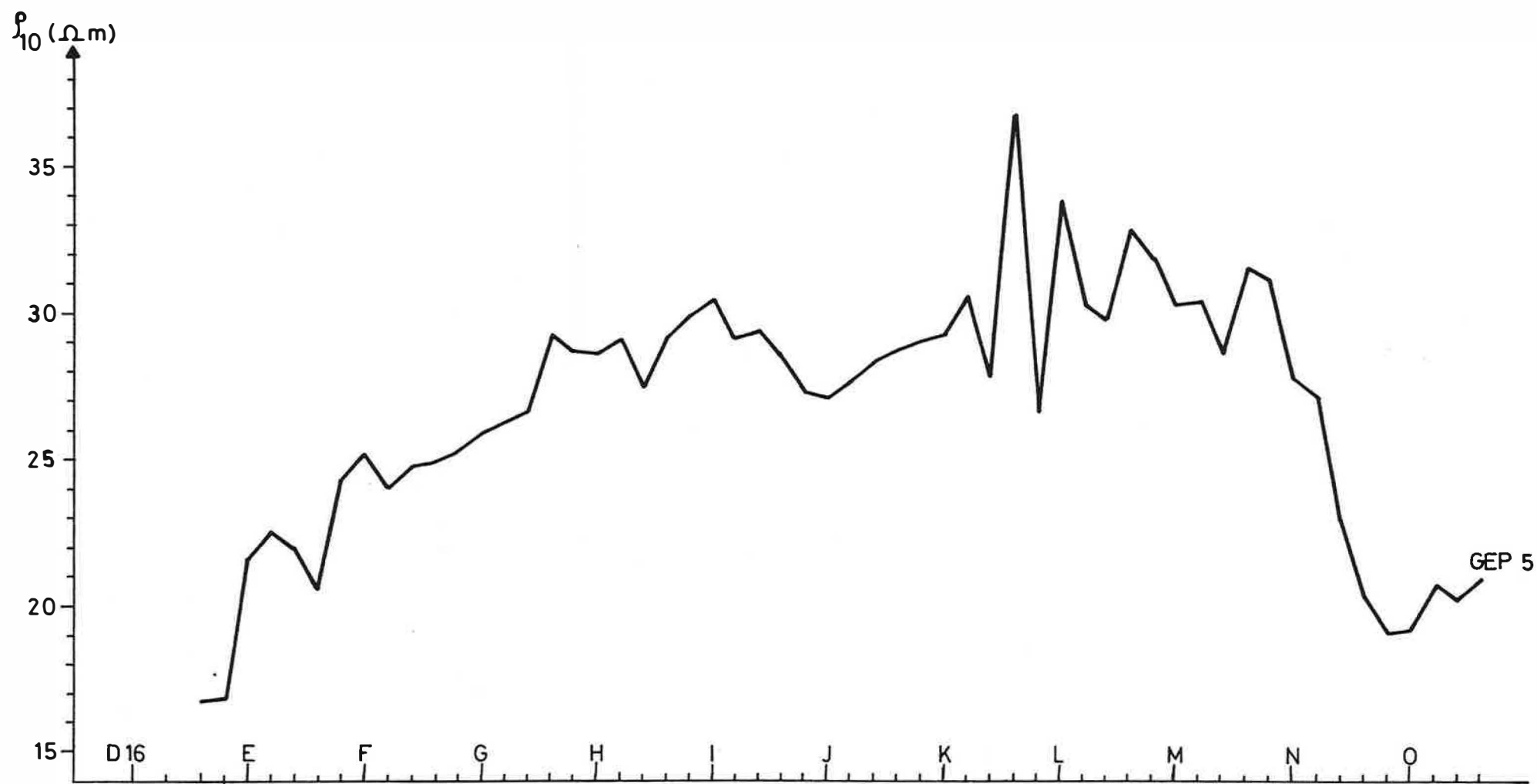


Fig. 9 - GEP5

2.3.4. Globale beoordeling (fig. 10)

Lage resistiviteiten worden gemeten in de gedempte Schelde-arm; ernaast treft men vrij normale waarden aan. Enkel in de profielen GEP 1 en GEP 3' komen uitschieters voor; in GEP 1 kan dit te wijten zijn aan de aanwezigheid van brak water (huisvuilperkolaat) terwijl in GEP 3' de aanwezigheid van metalen voorwerpen niet uitgesloten is. Het spreekt vanzelf dat de geo-elektrische profileringen geen middel zijn voor het opsporen van geringe concentraties mikropolluenten; het is dan ook onmogelijk in dat verband besluiten te formuleren.

Uit de profielen werd besloten de boringen in de onmiddellijke omgeving van de gedempte Scheldemeander te plaatsen.

2.4. Boringen

2.4.1. Algemeen

Tien boorplaatsen werden gekozen (fig. 1). De keuze diende zodanig gemaakt dat :

- een representatief deel van de lagenopbouw onder het bestudeerde terrein verkregen kon worden;
- de filters representatieve waterstalen konden leveren;
- de filters het bepalen van het grondwaterstromingspatroon toelieten.

Om aan laatste twee eisen te voldoen dienden evenwel vooraf bepaalde veronderstellingen gedaan te worden over de richting van de grondwaterstroming;

- raaien werden bekomen dit met het oog op het simuleren

met een mathematisch model van de grondwaterstroming in een verticale doorsnede.

Om de eventuele verticale stromingsgradiënten te onderkennen werden op de meeste boorplaatsen twee peilbuizen geïnstalleerd. Een bovenste filter is geplaatst in het Kwartaal, een onderste in de laag Pld.

Ten behoeve van de pompproeven werden eveneens boringen verricht : deze worden besproken in hoofdstuk 3.

2.4.2. Uitvoering

De boringen werden uitgevoerd op 2 en 3 juni 1986 en van 19 juni tot 10 juli 1986 (bijlage 1). De gedetailleerde liggingsplans zijn gegeven in bijlage 2.

De diepere boringen (gemiddeld ca. 19 m) werden verricht met het toestel SPOBO 1 van de Leerstoel voor Toegepaste Geologie volgens het procédé draaiend spoelboren met normale circulatie. Er werd met zuiver water gespoeld. De boorgatdiameter bedroeg 90 mm. Alle boringen werden gevolgd door een hydrogeoloog.

Ter plaatse werd het opgespoelde materiaal aan een visueel en manueel onderzoek onderworpen. Aandacht werd hierbij besteed aan de kleur, de korrelgrootte, insluitels en het humusgehalte. De gronden werden beschreven volgens de klassifikatie in gebruik bij de Leerstoel voor Toegepaste Geologie welke een uitgebreide versie is van deze opgenomen in het type-bestek 150 van het Ministerie van Openbare Werken (1978). Bij elke diepe boring werd ernaar gestreefd de slecht doorlatende laag Plc te bereiken. In het punt L4 was dat onmogelijk gezien de vermoedelijke aanwezigheid van een veldsteenbank. Bij D13 (parking E17) kon niet door de aanvulling geboord worden.

In de nabijheid van elke diepe boring is een ondiepe met de hand gespoelde boring uitgevoerd. De boorgatdiameter bedroeg 90 mm; de gemiddelde boordiepte was ca. 5 m.

2.4.3. Boorgatmetingen

Bij spoelboringen is de representativiteit van de opgehaalde grondmonsters gering. Door het uitvoeren van geofysische boorgatmetingen krijgt men wel een goed beeld van de lagenopbouw; uit de veldboorstaten en de resultaten van de boorgatmetingen (bijlage 3) worden de definitieve boorstaten opgesteld (bijlage 4).

In het bestudeerde gebied werden in de diepere boorgaten volgende parameters (bijlage 3) opgemeten :

- boorgatdiameter;
- spontane potentiaal : natuurlijke elektrische potentiaal, vooral afhankelijk van kleigehalte;
- elektrische puntweerstand : elektrische weerstand van boorgat en omliggende grond, vooral afhankelijk van boorgatdiameter, grondsoort, zoutgehalte van het poriënwater;
- resistiviteit : resistiviteit van de omliggende grond vooral afhankelijk van grondsoort en zoutgehalte van het poriënwater. De resistiviteit werd opgemeten met twee verschillende elektrodenopstellingen (LN en SN : elektroden op onderlinge afstand van respectievelijk 1,0 m en 0,25 m). De resistiviteiten kunnen omgerekend worden naar zoutgehalten zodat deze techniek ook voor het kalibreren van matematische modellen kan worden angewend.
- natuurlijke gamma : natuurlijke gammastraling van de omliggende grond, sterk afhankelijk van de kleimine-

raleninhoud (waaronder ook glaukoniet).

2.4.4. Uitbouw van het peilbuizennet

Alle boorgaten werden uitgebouwd tot een hydrogeologisch waarnemingspunt (fig. 11). Ze werden uitgerust met een PVC-filter en PVC-stijgbuis. (POLVA PVC W2G-2 Ø 63 X 2,4 mm). De filterlengte is 2 m bij de diepe peilbuizen, meestal 1 m bij de ondiepe. Onder elk filterelement bevindt zich een slijkbuis van ca. 0,5 m. De ringvormige ruimte rond de filterelementen werd opgevuld met gekalibreerd grof zand (0,7 - 1,25 mm).

Ter hoogte van de slecht doorlatende laag KDL werd een kleistop aangebracht. De diepe filters werden F1 genoemd, de ondiepe F2, voorafgegaan door het nummer van de boorplaats.

De peilbuizen werden zandvrij gepompt. Een proefpompings waarbij de resistiviteit van het water werd gevolgd greep plaats. De resultaten van deze proefpompingen worden besproken in hoofdstuk 5.

De peilbuizen werden afgewerkt boven het maaiveld door middel van een omsluitende stalen buis die één meter in de grond steekt en bovenaan voorzien is van een beveiligd deksel. Peilbuis HB13-F2 werd onder de grond afgewerkt (zie hoofdstuk 3).

De top van alle PVC-buizen evenals het maaiveld werden gewaterpast (ten opzichte van het TAW-referentievlak). De geometrische kenmerken van de peilbuizen zijn opgenomen in tabel 1.

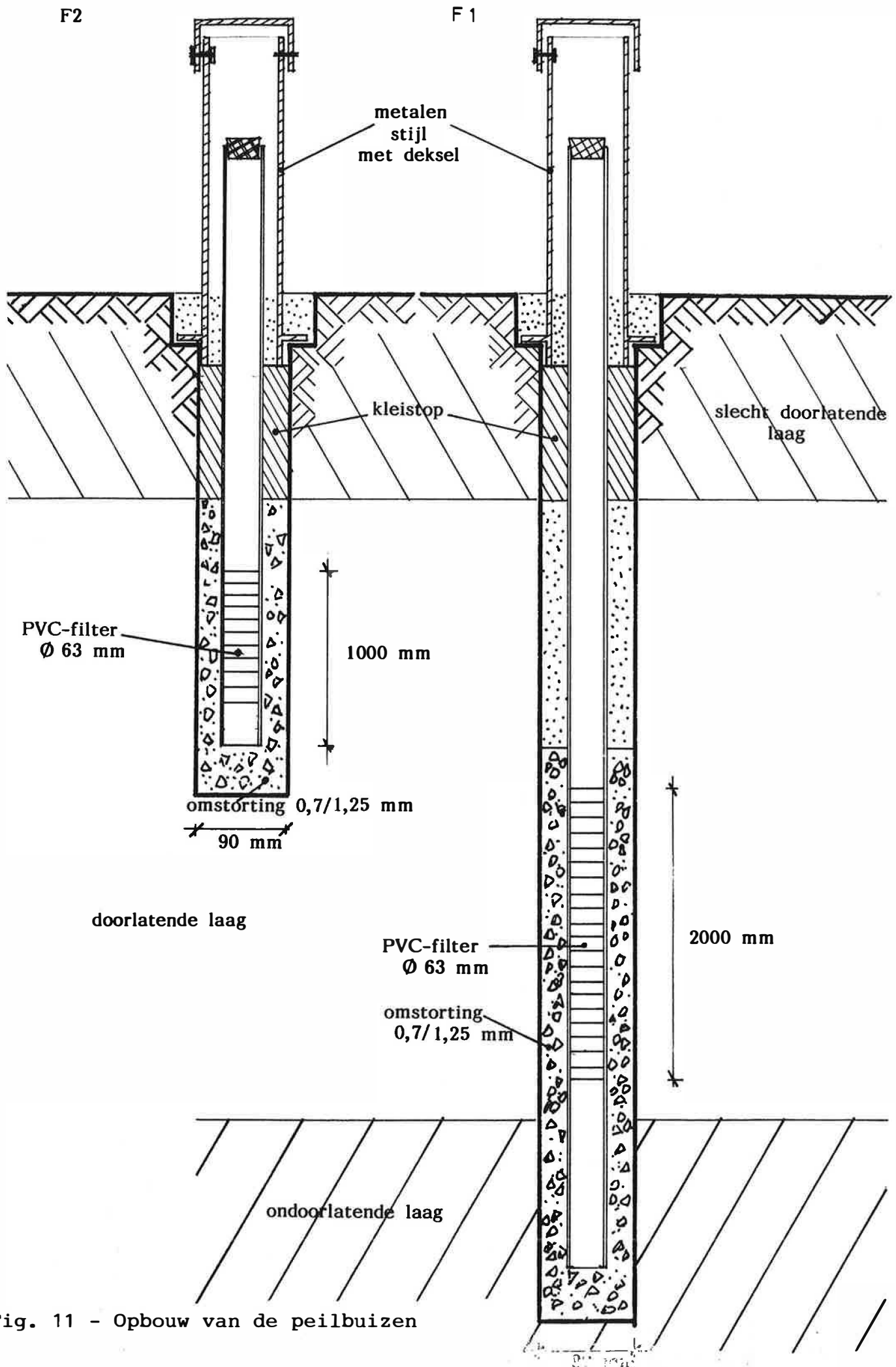


Fig. 11 - Opbouw van de peilbuizen

Tabel 1. Geometrische kenmerken van de peilbuizen

boring	filter	koördinaten		hoogte maaiveld (m+TAW)	hoogte meetpunt (m+TAW)	filter		peil TOP	(m+TAW) - BASIS	lengte (m)	Ø (mm)
		x	y			diepte TOP	(m-maaiv.) - BASIS				
B21	F2	108 501	192 533	5,064	6,004	4,0	- 6,0	+ 1,064/- 0,936		2	63
B21	F1	108 507	192 545	5,449	6,427	8,0	- 10,0	- 2,551/- 4,551		2	63
H21	F2	108 503	192 853	5,823	6,796	2,0	- 3,0	+ 3,823/+ 2,823		1	63
H21	F1	108 502	192 851	5,790	6,822	10,5	- 12,5	- 4,710/- 6,710		2	63
E15-16	F2	108 764	192 703	5,650	6,237	4,5	- 5,5	+ 1,150/+ 0,150		1	63
E15-16	F1	108 757	192 706	5,558	6,718	10,0	- 12,0	- 4,442/- 6,442		2	63
D13	F2	108 927	192 656	7,758	8,944	2,8	- 3,8	+ 4,958/+ 3,958		1	63
E13	F2	108 919	192 700	4,988	6,096	4,5	- 5,5	+ 0,488/- 0,512		1	63
E13	F1	108 919	192 703	4,980	6,075	10,0	- 12,0	- 5,020/- 7,020		2	63
F13	F2	108 900	192 748	4,900	6,045	4,0	- 5,0	+ 0,900/- 0,100		1	63
F13	F1	108 900	192 750	4,871	6,032	11,5	- 13,5	- 6,629/- 8,629		2	63
H13	F2	108 891	192 877	5,050	4,842	5,0	- 7,0	+ 0,050/- 1,950		2	63
H11	F2	109 001	192 848	5,212	6,446	4,0	- 5,0	+ 1,212/+ 0,212		1	63
H11	F1	109 000	192 850	5,244	6,402	13,0	- 15,0	- 7,756/- 9,756		2	63
HI-6	F2	109 252	192 886	4,689	5,791	2,0	- 3,0	+ 2,689/+ 1,689		1	63
HI-6	F1	109 251	192 888	4,685	5,783	13,0	- 15,0	- 8,315/-10,315		2	63
L4	F2	109 345	193 055	5,507	6,477	1,5	- 3,5	+ 4,007/+ 2,007		2	63
L4	F1	109 360	193 033	5,477	6,379	16,0	- 18,0	-10,523/-12,523		2	63
PP1	-	108 900	192 850	4,927	4,736	10,0	- 16,5	- 5,073/-11,573		6,5	125
PP2	-	108 895	192 855	4,937	4,707	5,0	- 10,0	- 0,063/- 5,063		5	90
PB1	-	108 895	192 850	4,920	4,684	3,5	- 4,5	+ 1,420/+ 0,420		1	63
PB2	-	108 900	192 855	4,923	5,880	6,5	- 7,5	- 1,577/- 2,577		1	63
PB3	-	108 905	192 855	4,976	4,694	6,5	- 7,5	- 1,524/- 2,524		1	63
PB4	-	108 900	192 845	4,870	5,846	15,5	- 16,5	-10,630/-11,630		1	63
PB5	-	108 900	192 840	4,839	4,549	15,5	- 16,5	-10,661/-11,661		1	63

2.4.5. Hydrogeologische doorsneden

Als synthese van de veldwaarnemingen is de hydrogeologische opbouw geschetst aan de hand van drie hydrogeologische doorsneden door het bestudeerde stortgebied (figuren 12, 13, 14, ligging zie fig. 1).

C-C' is west-oost gericht, D-D' zuidwest-noordoost en E-E' zuid-noord. De aangetroffen gronden zijn zeer goed in overeenstemming met deze beschreven in het inventarisatierapport.

De slecht doorlatende alluviale laag KDL is maximaal 5 m dik en heterogeen in samenstelling (klei, klei met zandlaagjes, kleihoudend zand, zand...). Deze laag is plaatselijk bedekt met of gedeeltelijk vervangen door gestort materiaal.

De watervoerende laag KZ is 3 tot 6,5 m dik, meestal ca. 5,5 m. De samenstelling is vrij homogeen : fijn zand met plaatselijk schelpen en dunne veenniveaus. Onderaan kan het leem- of kleigehalte evenals de glaukonietinhoud iets hoger zijn. Op de boorplaatsen H11 en H21 werd KZ doorgekruist door een slecht doorlatende leemlens (KL).

Onderaan KZ werd de slecht doorlatende laag KL continu aangetroffen, dit in tegenstelling met de gegevens uit het inventarisatierapport. Vermoedelijk is het halfstijve tot stijve klei eerder dan leem. De dikte wisselt van 0,5 tot 1,5 m. De laag scheidt de watervoerende lagen KZ en Pld.

De watervoerende laag Pld (Paniseliaan) heeft in het grootste gedeelte van het studiegebied een vrij konstante dikte

(ca. 6,5 m). Naar de Schelde toe wordt ze dikker (vermoedelijk ca. 12 m nabij de Schelde). Het glaukoniethoudend fijn zand met weinig schelpen wordt vaak doorsneden door dunne zandsteenbankjes ("veldsteen"). Op de boorplaats L4 (nabij de Schelde) diende de boring op zo'n steenbank beëindigd te worden.

De slecht doorlatende laag Plc (Paniseliaan) is ca. 13 m dik en bestaat uit glaukoniethoudende fijnzandhoudende klei en kleihoudend fijn zand.

3. HYDRAULISCHE KENMERKEN VAN DE LAGEN - INTERPRETATIE VAN DE POMPPROEVEN

3.1. Algemeen

De hydraulische kenmerken van de lagen vormen samen met de geometrie de basisinformatie voor het mathematisch model dat de grondwaterstroming en de kwaliteitsevolutie onder het stort moet beschrijven.

Twee pompproeven werden uitgevoerd op dezelfde plaats : één in de laag KZ, één in de laag Pld.

Gezien het tijdsbestek was het niet mogelijk de pompproeven reeds te interpreteren met behulp van een mathematisch model. De berekeningen geschieden met de "klassieke" grafische methoden. Een verfijning van de berekeningen zal gebeuren in het bestek van de mathematische modelstudie.

3.2. Voorbereiding en uitvoering van de pompproeven

3.2.1. Boringen met plaatsing van pompputten en peilbuizen

Met behulp van het toestel SPOBO 2 van de Leerstoel voor Toegepaste Geologie werd een boorgat gespoeld (draaiend boren met normale circulatie) met diameter 110 mm tot op 33 m diepte. Na het uitvoeren van de boorgatmetingen (bijlage 3) werd het boorgat tot 16,5 m diepte verbreed tot 200 mm.

Een filterelement (diameter 125 mm) werd aangebracht in de watervoerende laag Pld (pompput PP1).

Een tweede pompput (PP2) werd geplaatst met het toestel

SPOBO 1. Het filtrerend gedeelte (\emptyset 90 mm) van deze pomp-put is 5 m lang en geplaatst in de laag KZ.

De peilbuizen hebben een diameter gelijk aan 63 mm en een filterlengte van 1 m. De peilbuizen PB1, PB2 en PB3 werden met de hand ingespoeld; ze bevinden zich in laag KZ. De peilbuizen PB4 en PB5, geboord met SPOBO 1, zijn geplaatst in de laag Pld.

Alle filterelementen werden omstort met grof zand (0,7 - 1,25 mm). Ter hoogte van KDL is een kleistop geplaatst. Nadien werden de buizen schoongepompt. De buizen PP1, PP2, PB1, PB3 en PB4 evenals de nabijgelegen buis H13-F2 werden onder de grond (ca. 30 cm) afgewerkt door middel van een omsluitende betonnen steen en een deksteen. De buizen PB2 en PB4 werden boven de grond afgewerkt zoals beschreven in hoofdstuk 2; daardoor blijven een ondiepe en diepe peilbuis gemakkelijk beschikbaar voor latere bemonsteringen en stijghoogtemetingen.

De figuren 15 en 16 geven de ligging aan van de pompputten en peilbuizen. Tabel 1 resumeert de geometrische kenmerken ervan.

3.2.2. Uitvoering van pompproeven

Voor de uitvoering van beide pompproeven werd een WAVO-pomp gebruikt. De stijghoogten werden in alle peilbuizen gemeten met elektrische peilmeters. Het opgepompte water werd geloosd in de gracht aan de voet van de E17-parking. Het debiet werd gemeten met behulp van een vat.

Pompproef 1, in de laag Pld, greep plaats tussen 15 juli 1986, 10 h en 16 juli 1986, 10 h. De laag Pld werd bemalen met een debiet van $98,4 \text{ m}^3/\text{d}$.

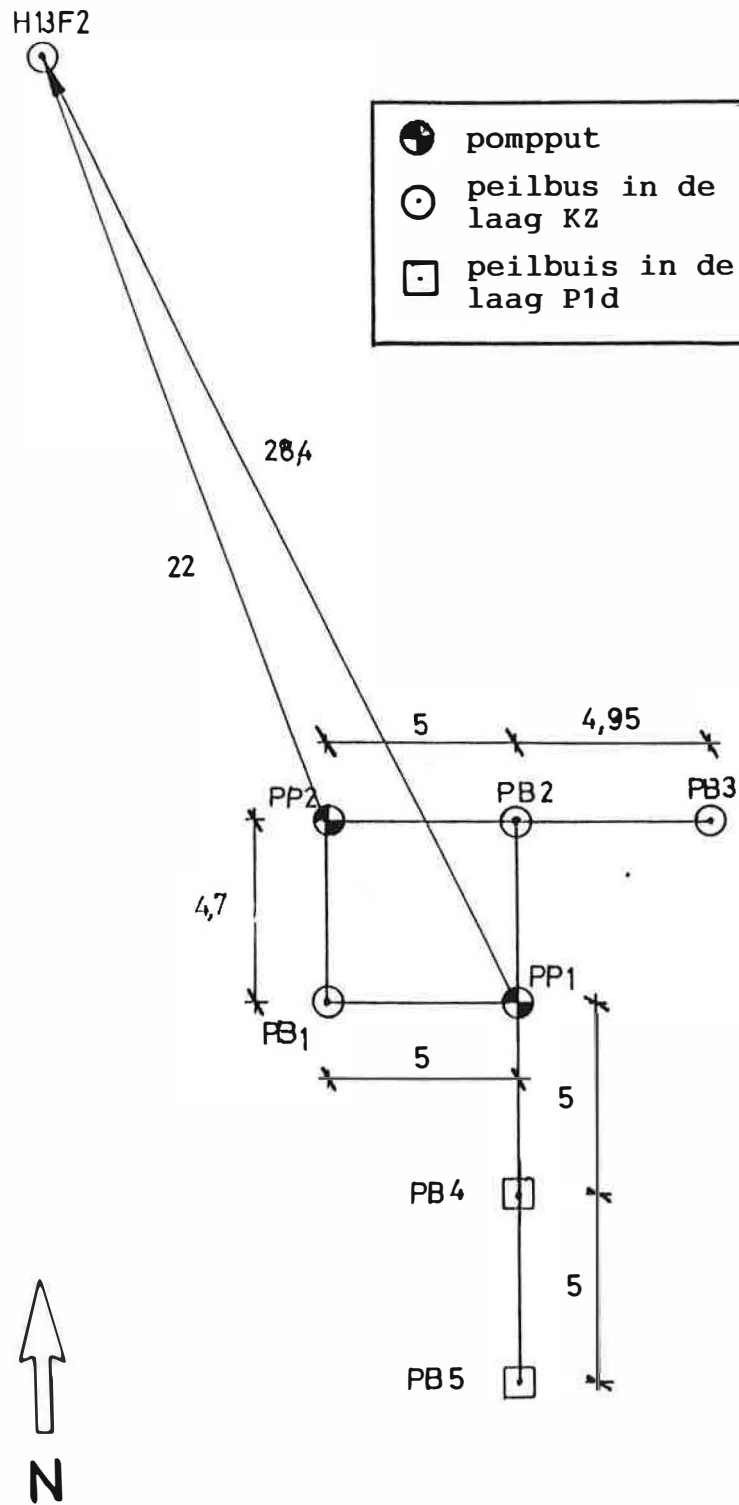


Fig. 15 - Ligging van de pompputten en peilbuizen ten behoeve van de pompproeven 1 en 2

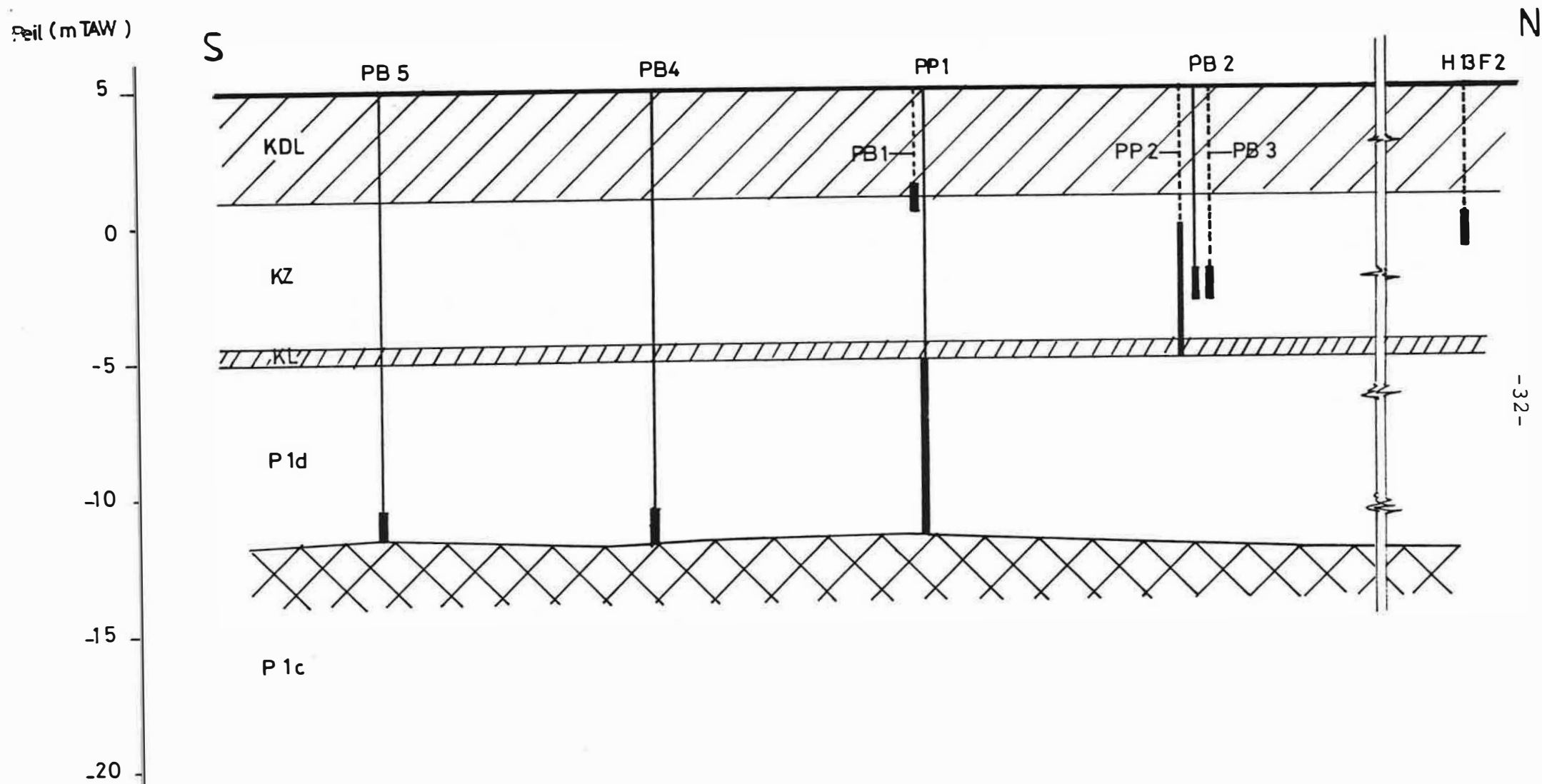


Fig. 16 - Doorsnede van het terrein waar de pompproeven 1 en 2 werden uitgevoerd

Pompproef 2, in de laag KZ, werd aangevat op 17 juli 1986 te 10 h en duurde éveneens 24 h. Het debiet was 162 m³/d.

3.3. Resultaten

3.3.1. Pompproef in de laag Pld (Pompproef 1)

De verlagingen geregistreerd in de peilbuizen PB4 en PB5 (in de laag Pld) werden aangewend voor berekeningen volgens de gekende methode van WALTON evenals de methode van DE GLEE. Beide methoden zijn grafisch. Voor een gedetailleerde uitleg ervan wordt verwezen naar het standaardwerk van KRUSEMAN & DE RIDDER (1970).

De methode van WALTON veronderstelt dat :

- de watervoerende laag half-artesisch en de stroming niet permanent is;
- de watervoerende laag en de aangrenzende slecht doorlatende laag (lagen) homogeen en lateraal oneindig uitgestrekt zijn;
- de stijghoogte juist boven de bovenliggende slecht doorlatende laag en de stijghoogte juist onder de onderliggende laag vast zijn gedurende het volledige verloop van de proef, zodat de verticale aanvoer van water doorheen deze lagen evenredig is met de stijghoogtedaling in laatstgenoemde laag;
- de daling onmiddellijk wordt beantwoord door een afgifte van water uit de berging van de aangepompte laag;
- de diameter van de pompput klein is, zodat de berging in de pompput kan worden verwaarloosd.

Bij de toepassing van de methode van DE GLEE wordt als voorwaarde gesteld dat op het einde van de pompproef de permanente stroming is bereikt, d.w.z. dat de gemeten verlagingen

dan maximaal zijn. Men mag aannemen dat dit na één dag van bemaling verwezenlijkt is.

Op de figuur 17 zijn de verlagingen in PB4 en PB5, gemeten tijdens de pompproef 1, ten opzichte van de tijd uitgezet op bi-logaritmisch papier ten behoeve van interpretatie met de methode van WALTON. Voor de toepassing van de methode van DE GLEE werden de maximale verlaging in PB4, PB5 en de verlaging in de pompput PPl uitgezet ten opzichte van de afstand tot het centrum van de pompput op bi-logaritmisch papier (fig. 18). De bekomen waarden voor de hydraulische parameters zijn voor beide methoden samengevat in tabel 2. De berekeningen zijn in detail gegeven in bijlage 5.

Tabel 2. Hydraulische parameters met grafische interpretatiemethoden bekomen uit de pompproef 1 (laag Pld)

Interpretatiemethode	Peilbuis	kD (m ² /d)	c (d)	S (.10 ⁻³)
WALTON	PB4	8,5	21	1,0
	PB5	11,7	84	0,5
DE GLEE	PB4, PB5, PPl	18,2	198	-

kD = doorlaatvermogen, c = hydraulische weerstand, S = elastische bergingscoëfficiënt.

3.3.2. Pompproef in de laag KZ (Pompproef 2)

De verlagingen in de peilbuizen PB2, PB3 en H13-F2 werden geïnterpreteerd met de methoden van WALTON en DE GLEE (cf. voorgaande paragraaf). De verlagingen zijn voorgesteld in de figuren 19 en 20. De gedetailleerde bereke-

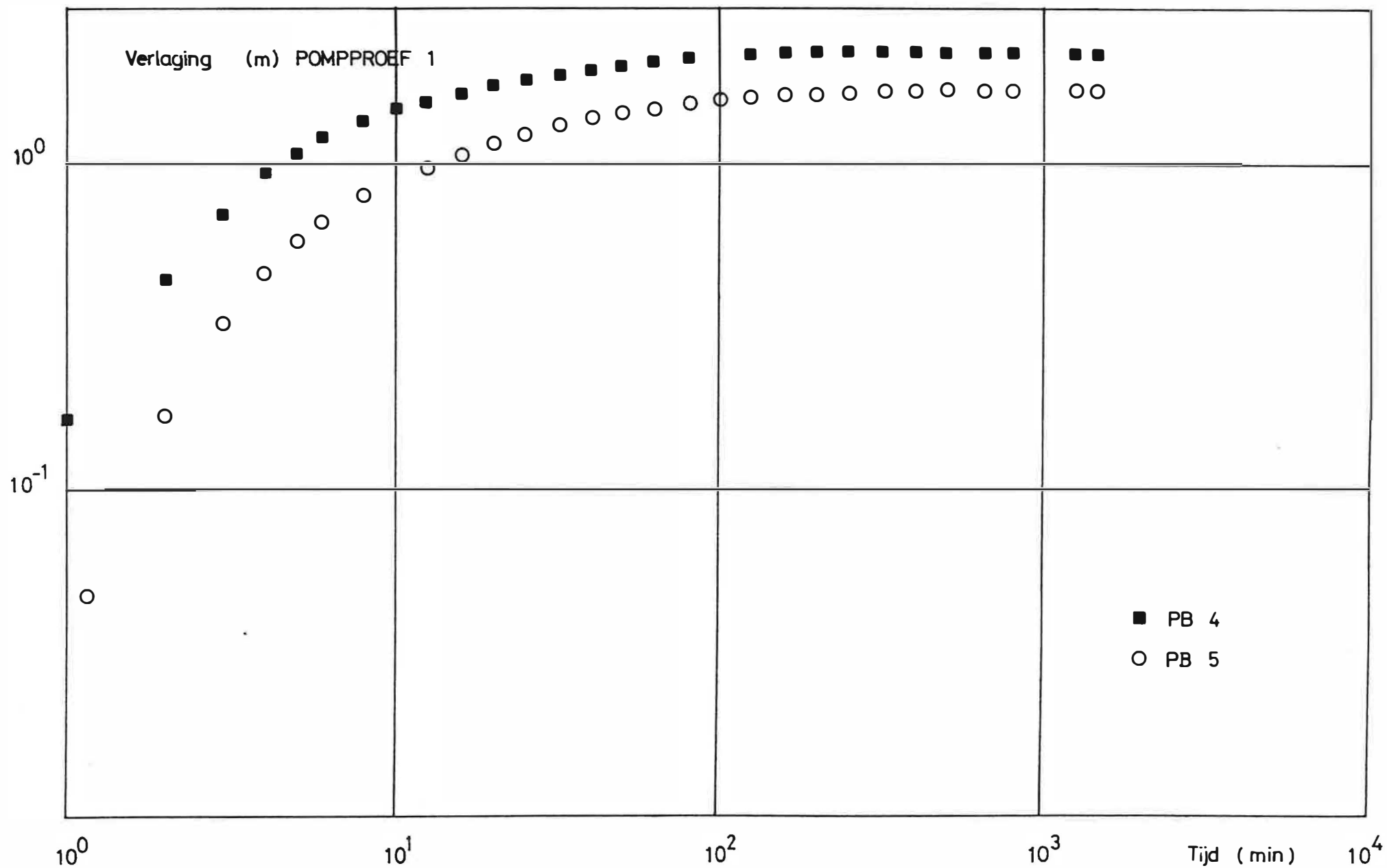


Fig. 17 - Verlagingen in PB4 en PB5 gemeten tijdens pompproef 1

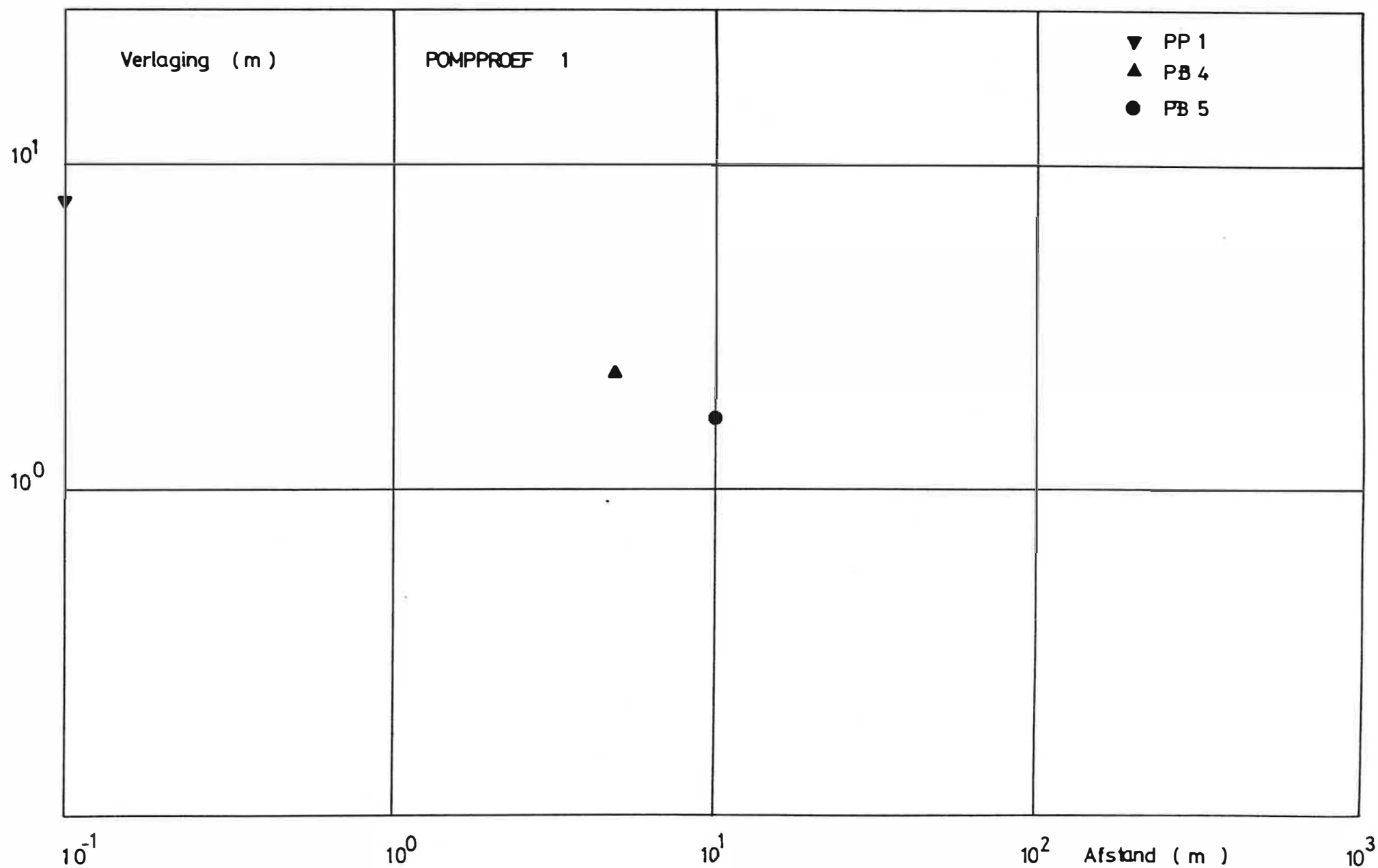


Fig. 18 - Maximale verlagingen in PB4, PB5 en PP1 gemeten tijdens pompproef 1

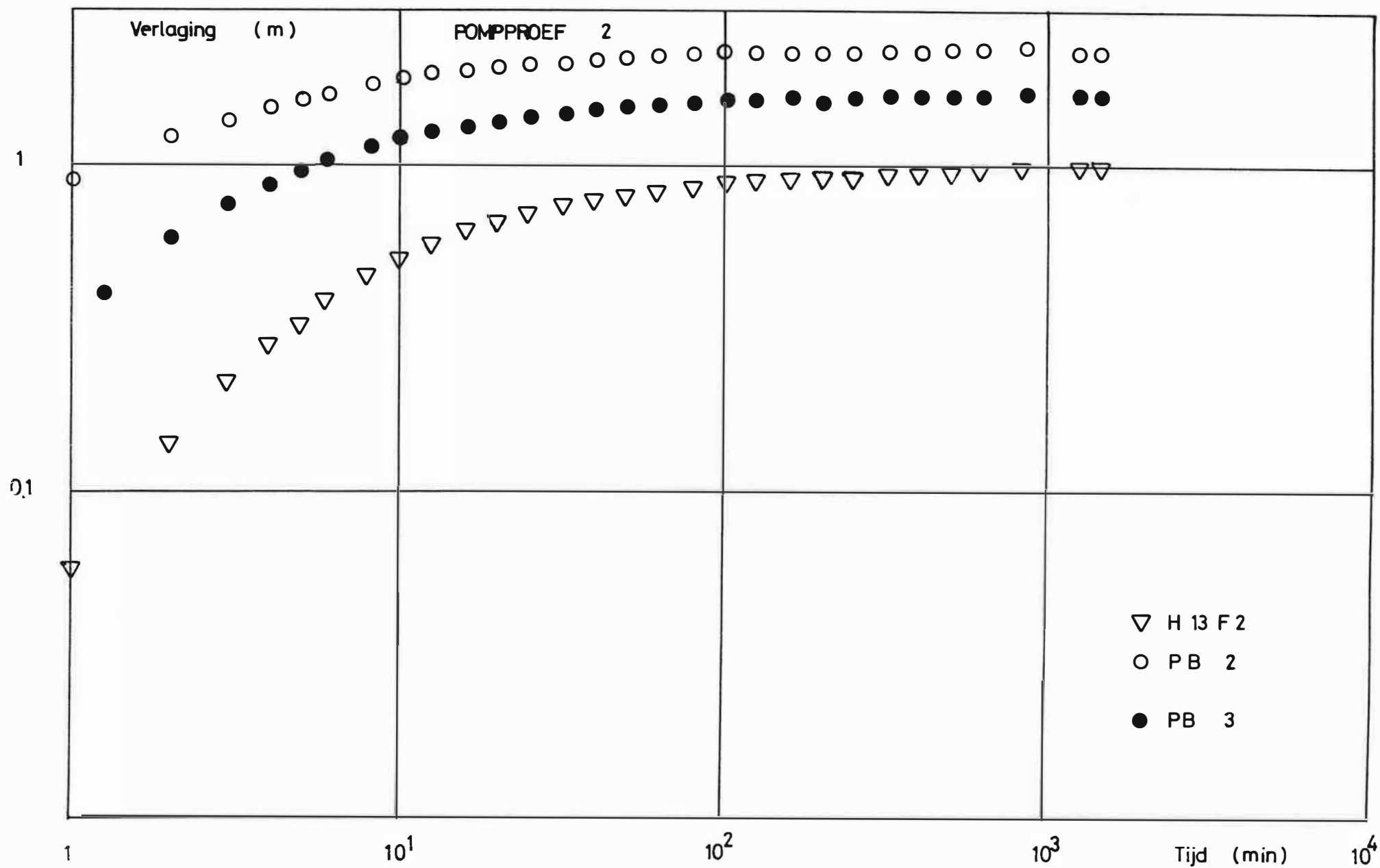


Fig. 19 - Verlagingen in H13-F2, PB2 en PB3 gemeten tijdens pompproef 2

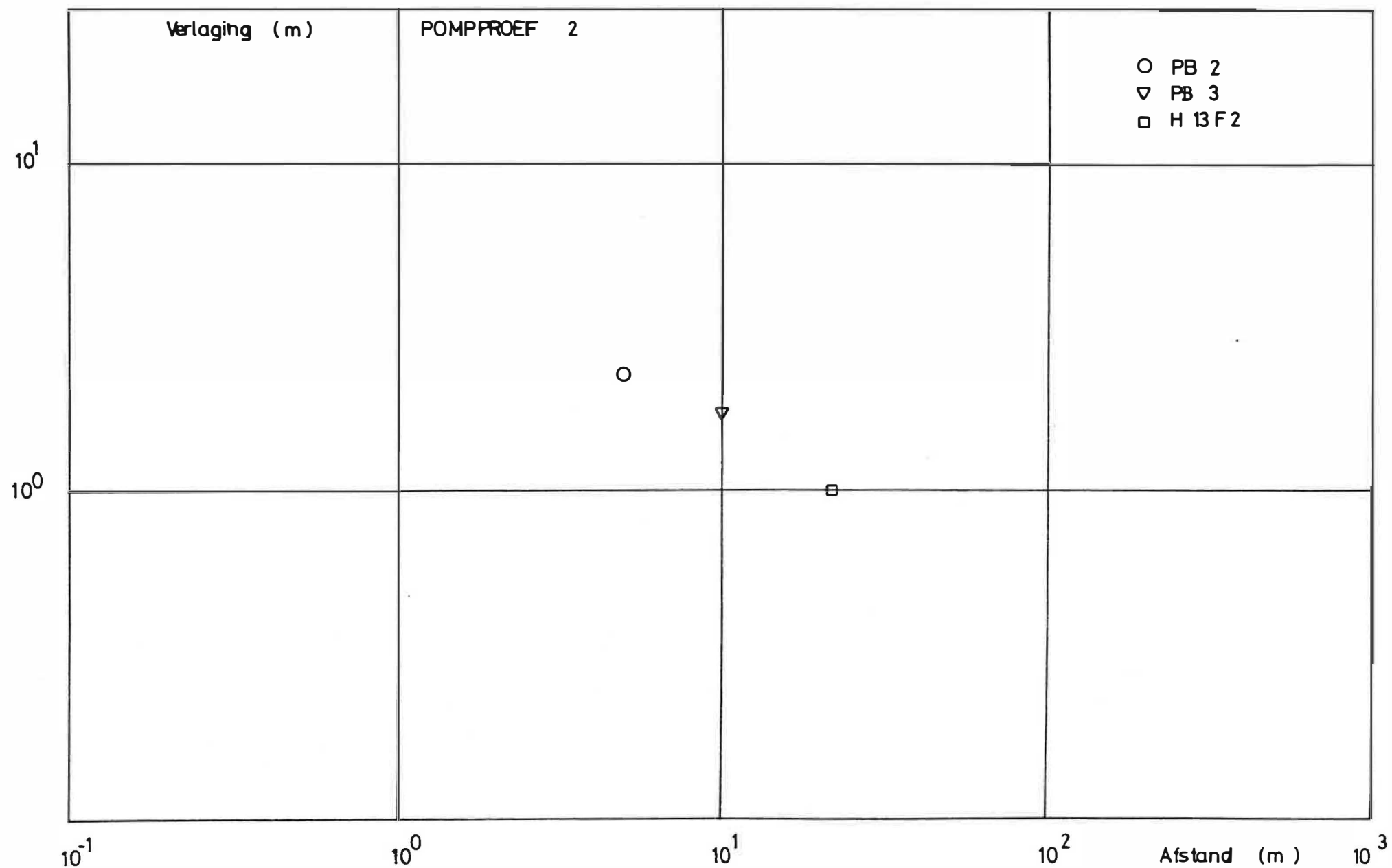


Fig. 20 - Maximale verlagingen in PB2, PB3 en H13-F2 gemeten tijdens de pompproef 2

ningen staan in bijlage 5 terwijl de resultaten samengevat zijn in tabel 3.

Tabel 3. Hydraulische parameters met de grafische interpretatiemethoden bekomen uit de pompproef 2 (laag KZ)

Interpretatiemethode	Peilbuis	kD m ² /d	c (d)	S (.10 ⁻⁴)
WALTON	PB2	21	36	3,6
	PB3	20	40	3,0
	H13-F2	46	238	2,6
DE GLEE	PB2, PB3, H13-F2	30	110	-

3.3.3. Bespreking

Men bemerkt dat zowel de kD- als de c-waarden die men met de methode van WALTON bij beide pompproeven bekomt toenemen met toenemende afstand tot de pompput. Dit betekent echter niet dat de aangepompte laag lateraal, binnen een korte afstand, niet homogeen zou zijn. De toename van de kD- en de c-waarde is namelijk het gevolg van de vereenvoudigde voorwaarde die men bij deze grafische methode veronderstelt. Men neemt immers aan dat de verticale aanvoer van water naar de aangepompte laag (het "lekken") wordt geleverd door verticale stroming vanuit de begrenzende slecht doorlatende lagen, waarbij de stijghoogten juist boven en onder laatstgenoemde lagen konstant blijven in de tijd. Ook wordt er geen rekening gehouden met de verandering van de berging in de niet aangepompte laag. Bij het afleiden van de hydraulische weerstand aan de hand van peilbuizen op relatief korte afstand van de pompput is het bovendien moeilijk om een bepaalde standaardkurve te kiezen die het best past bij de gemeten verlagin-

gen, wat een bijkomende moeilijkheid oplevert.

Met de methode van DE GLEE bekomt men een meer betrouwbare c-waarde, maar daarentegen kan men geen waarde voor de elastische bergingskoëfficiënt S afleiden.

Bij de klassieke interpretatiemethoden is de bekomen hydraulische weerstand (c) de resultante van de waarden van de slecht doorlatende lagen die de aangepompte laag begrenzen. In de pompproeven zijn de c -waarden dus de resultanten van de c -waarden van het Plc en van de laag KL (pompproef 1) of van de laag KL en van KDL (pompproef 2).

De onnauwkeurigheden, die inherent zijn aan de gebruikte methoden, treden niet op wanneer men het volledige grondwaterreservoir nabij de pompput en de grondwaterstromingen die erin heersen, nabootst met een mathematisch model. Tijdens de volgende onderzoeksfase zullen met behulp van een model de berekeningen verfijnd worden.

Door de bekomen waarden van het doorlaatvermogen (kD) te delen door de dikte van de aangepompte laag (D) bekomt men de waarde van de doorlatendheidskoëfficiënt (k). Aldus vindt men voor het Pld (6,5 m dik) k -waarden tussen 2,8 en 1,3 m/d. Deze waarden zijn in overeenstemming met elders in Vlaanderen gevonden k -waarden van het Paniseliaan. De laag KZ (5,5 m dik) zou k -waarden hebben tussen 3,6 en 8,4 m/d. De waarde 8,4 m/d is aan de hoge kant voor het Kwartair in het bestudeerde gebied.

4. GRONDWATERSTROMING

4.1. Algemeen

De grondwaterstroming in een watervoerende laag kan afgeleid worden uit het stijghoogteverloop. De stijghoogte wordt gemeten in peilbuizen en is gedefinieerd als de som van de drukhoogte en de plaatshoogte in een punt; ze is een maat voor de hydrodynamische potentiaal van het grondwater op die plaats.

De ruimtelijke variatie van de stijghoogten werd waargenomen op twee data in juli 1986.

De stijghoogte kan schommelen als gevolg van natuurlijke of kunstmatige factoren. De belangrijkste natuurlijke factoren zijn neerslag en verdamping evenals getijdenwerking; grondwaterwinning en oppervlaktewaterbeheersing kunnen belangrijke kunstmatige invloeden zijn. Bij de verandering van de stijghoogte in de tijd kunnen vier typen van schommelingen onderscheiden worden :

- meerjarige schommelingen, te wijten aan een opeenvolging van natte of droge jaren;
- jaarlijkse (seizoen) schommelingen bestaande uit de jaarlijkse opeenvolging van een opvullings- en een afvoerperiode;
- schommelingen ten gevolge van getijden;
- onregelmatige schommelingen, ten gevolge van korte perioden van hevige neerslag, grondwaterwinning, enz.

Gezien de korte waarnemingsperiode (juli 1986) is het uiteraard niet mogelijk uitspraken te doen over de meerjarige en jaarlijkse schommelingen. Slechts de schommelingen ten gevolge van getijden konden worden gevolgd.

4.2. Stijghoogtewaarnemingen

De stijghoogten werden met een elektrische peilmeter waargenomen in al de peilbuizen op 18 en op 25 juli 1986. De waarnemingen staan in tabel 4.

Op twee plaatsen in het studiegebied werden tijdelijke peillatten in sloten aangebracht (fig. 1) : één in de gracht aan de voet van het talud nabij de El7-parking, één in een gracht op de grens tussen de percelen 134^a en $\frac{800f}{2}$. Deze laatste gracht stond in juli 1986 droog. Gebleken is dat het waterpeil in de gracht aan de voet van de El7 in juli 1986 hoger stond dan het grondwaterpeil. Hierdoor kon water uit deze sloot infiltreren naar het grondwater.

Daar vermoed werd dat nabij de Schelde schommelingen ten gevolge van getijden in het grondwater te verwachten waren, werden twee limnigrafen (één op L4 F2, één op L4 F1) geplaatst. De figuur 21 geeft de schommelingen weer, waargenomen tussen 25 juli 1986 te 10 h 30 min en 01 augustus te 8 h 30 min.

Ten gevolge van de getijden bedraagt de stijghoogteschommeling in de peilbuis L4 F1 (laag Pld) ca. 0,3 m, in L4 F2 (basislaag KDL) ca. 0,10 m. De afstand (vanaf de Schelde) tot waar de schommelingen meetbaar zijn is niet gekend maar is vermoedelijk minder dan 100 m. In de toekomstige berekeningen zal de gemiddelde stijghoogte nabij de Schelde ingevoerd worden.

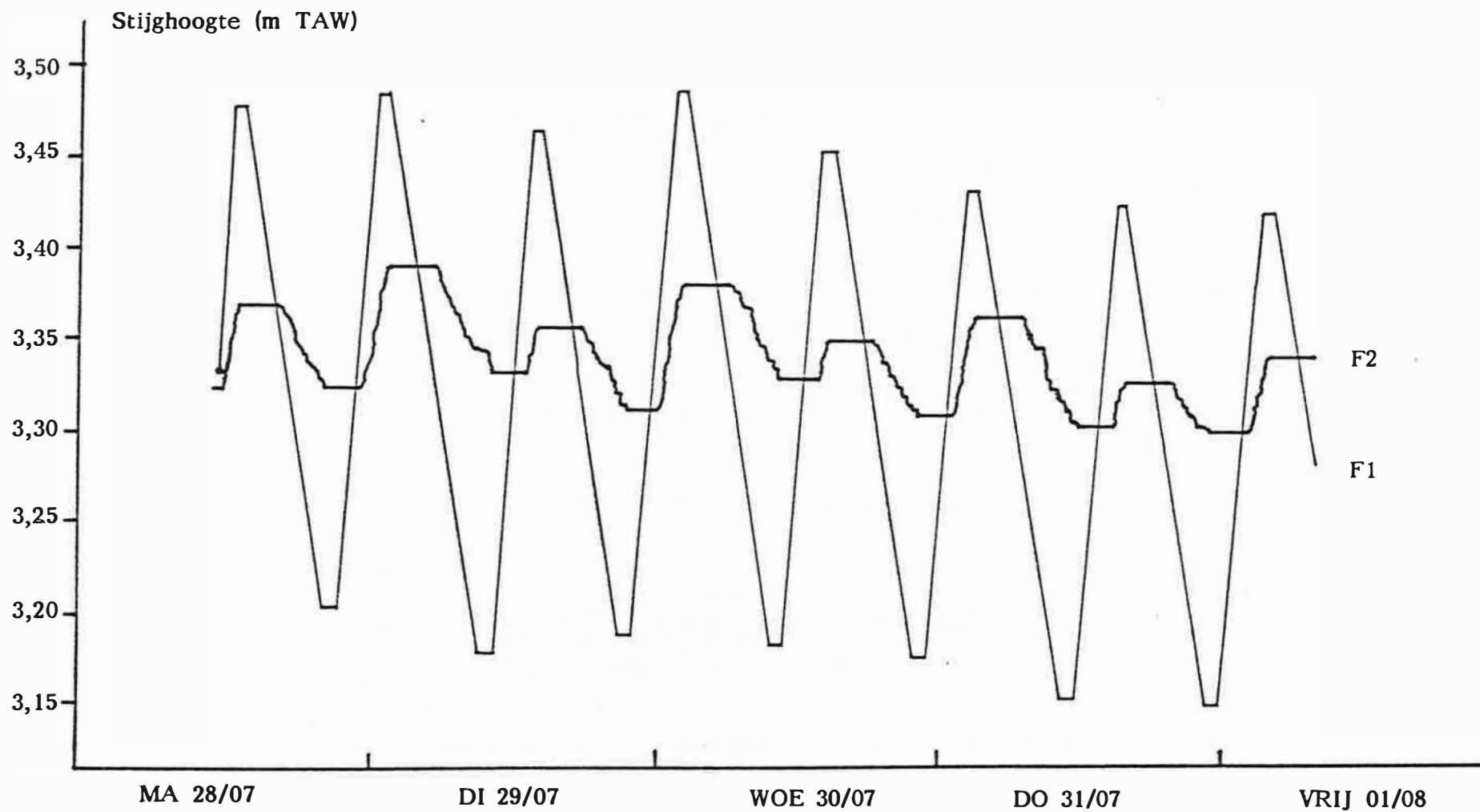


Fig. 21 - Stijghoogteschommelingen in de peilbuizen L4-F2 (Kwartair) en L4-F1 (Paniseliaan P1d) nabij de Schelde

4.3. Stijghoogteverdeling binnen de watervoerende lagen KZ en Pld

4.3.1. Hydro-isohypsen in de laag KZ

De lijnen van gelijke stijghoogte (hydro-isohypsen) op 25 juli 1986 zijn weergegeven op figuur 22.

Uit de kaart blijkt de grondwaterstroming globaal te geschieden van het zuidwesten naar het noordoosten in de richting van de Schelde. Nabij de El7-parking wordt het patroon verstoord door een lokale zuidzuidwest-noordnoordoost gerichte stroming (percelen 124^b, 120^a, 121 en in mindere mate 122 en 124^a). Deze "tegenstroming" wordt veroorzaakt door het feit dat de El7-parking hoger is gelegen dan de omgeving.

De gradiënten, bekeken in het horizontaal vlak, zijn zeer klein. De grootste gradiënt (tussen D13 en E13) bedraagt ca. 0,01, de kleinste (tussen B21 en H13 bv.) ca. $6 \cdot 10^{-4}$. Onder het oostelijk gedeelte van het studiegebied, tussen de punten H11 en L4 is de gradiënt ca. 0,002. Dit betekent dat de grondwaterstroomsnelheid klein is. Ter illustratie :

bij een k-waarde gelijk aan 4 m/d (grootte-orde KZ) en een porositeit van 0,35 zorgt een gradiënt i van $6 \cdot 10^{-4}$ voor een grondwatersnelheid

$$v' = \frac{k \cdot i}{0,35} = \frac{4 \text{ m/d} \times 6 \times 10^{-4}}{0,35} = 0,007 \text{ m/d} = 2,5 \text{ m per jaar.}$$

of met $i = 0,002$

$$v' = \frac{4 \text{ m/d} \times 0,002}{0,35} = 0,023 \text{ m/d} = 8,3 \text{ m per jaar.}$$

4.3.2. Hydro-isohypsen in de laag Pld

Het stromingspatroon is vrij gelijkaardig aan dat in de watervoerende laag KZ (fig. 23). Door het feit dat er geen diepe peilbuis onder de El7-parking kon geplaatst worden ontbreken gegevens over de gradiënt aldaar.

4.4. Stijghoogteverschil tussen de watervoerende lagen KZ en Pld

In het algemeen zijn de stijghoogteverschillen tussen KZ en Pld gering. Op de plaatsen El3 en Fl3 zelfs veel geringer dan aanvankelijk verwacht gezien de aanwezigheid van de hoger gelegen El7-parking. Wel dient aangestipt te worden dat de stijghoogten gemeten in El3, Fl3 en Hl3 op 18 juli 1986 niet representatief zijn : El3 en Fl3 bevinden zich nabij de plaats waar het tijdens de pompproef opgepompte water opnieuw kon infiltreren (sloot El7) terwijl Hl3 in de onmiddellijke invloedssfeer van de pompproef was gelegen.

Opvallend is dat de grootste opwaartse gradiënten zich bevinden nabij H21 en HI-6.

5. PROEFPOMPINGEN EN GRONDWATERMONSTERNAME

5.1. Algemeen

Vooraleer over te gaan tot de grondwaterbemonstering werd op elke peilbuis een proefpompomping uitgevoerd. Daarbij werd op regelmatige tijdstippen het debiet en de resistiviteit van het grondwater gemeten. Deze procedure laat toe de evolutie van de grondwaterkwaliteit te volgen in functie van het aantal opgepompte peilbuisvolumes evenals de representativiteit van het genomen watermonster te evalueren.

5.2. Uitvoering

Een proefpompomping geschiedde met een DELASCO peristaltische pomp op alle reeds schoongepompte peilbuizen en duurde 30 tot 45 min (tabel 5). Iedere vijf minuten werd het debiet en de waterresistiviteit gemeten. De resistiviteit werd omgerekend tot konduktiviteit (soortelijke geleiding). Het Laboratorium voor Analytische en Agrochemie ging over tot de bemonstering nadat de resistiviteit niet meer veranderde of rond een konstante waarde schommelde.

5.3. Resultaten

De terreinwaarnemingen werden verwerkt tot een grafiek (fig. 24) waarbij de konduktiviteit is uitgezet t.o.v. het aantal malen dat de in de peilbuis aanwezige waterkolom werd uitgepompt.

Uit de meeste peilbuizen werden minstens tienmaal hun volume gepompt. Enkel de peilbuizen D13 F2 en L4 F2 konden minder lang bepompt worden gezien het geringe debiet.

Tabel 5. Gegevens betreffende de proefpompingen

Nr		Duur testpomping	Laatst gemeten debiet m ³ /h.	Laatst gemeten geleidbaarheid μs/cm
B21	F2	45'	1,08	383
	F1	45'	1,57	419
H21	F2	30'	0,80	496
	F1	50'	1,33	494
E15-16	F2	30'	0,72	1482
	F1	40'	1,50	648
D13	F2	65'	0,04	2694
E13	F2	30'	1,64	1124
	F1	40'	1,64	752
F13	F2	30'	1,80	793
	F1	30'	1,29	614
H13	F2	45'	3,60	629
H11	F2	48'	0,31	1967
	F1	40'	1,44	341
HI-6	F2	35'	0,33	2423
	F1	35'	1,64	555
L4	F2	43'	0,09	1538
	F1	45'	1,57	760
PP1		1440'	4,10	456

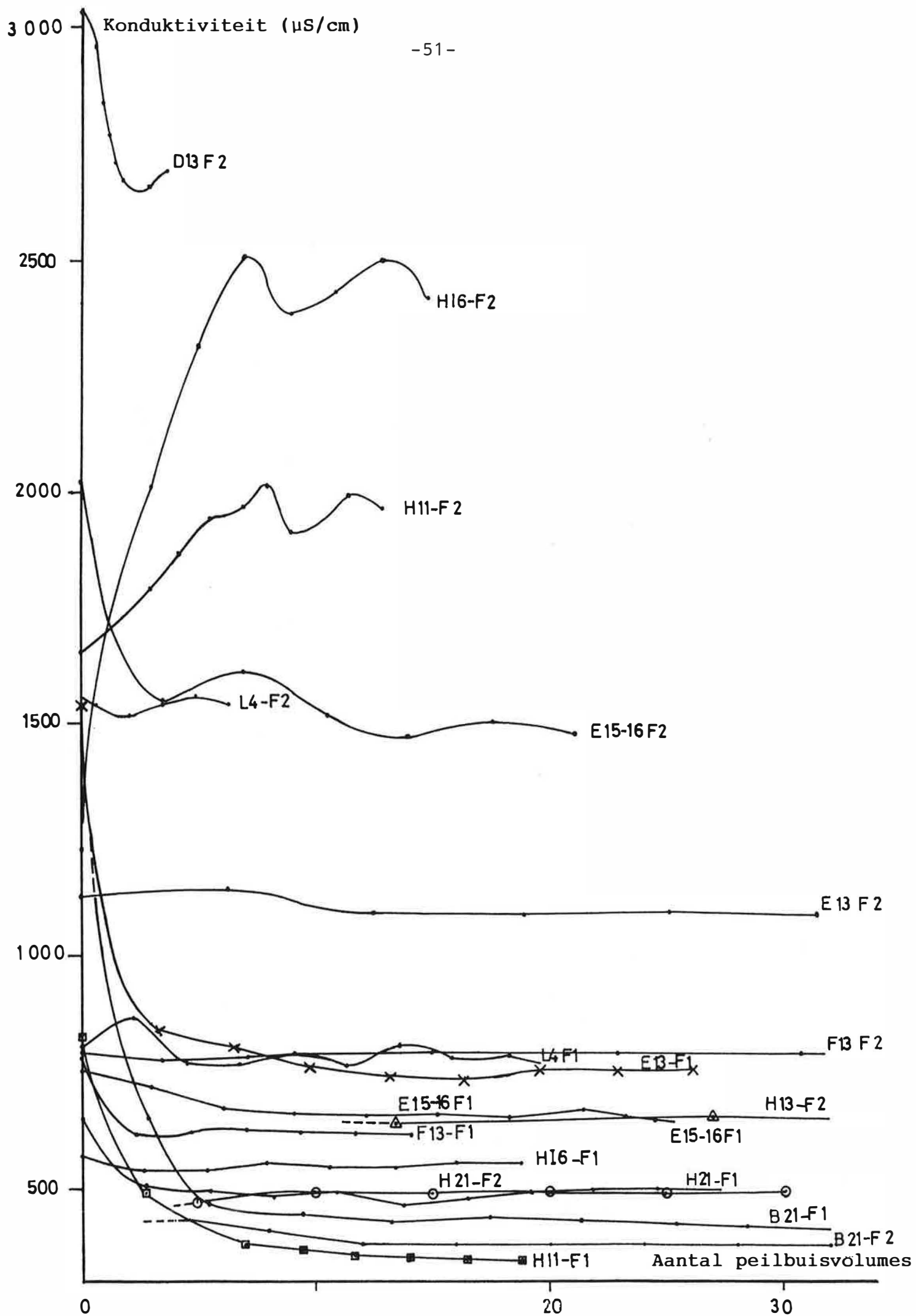


Fig. 24 - Konduktiviteit

De konduktiviteit is in de meeste buizen na 10 verversingen konstant. In enkele ondiepe buizen (HI6 F2, H11 F2, E15-16 F2, L4 F2) vertoont de konduktiviteit een schommelend verloop. In de diepe buis L4 F1 doet dit verschijnsel zich ook in geringe mate voor (invloed van de Schelde ?).

Op de meeste plaatsen is de konduktiviteit lager dan ca. 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wat normaal is voor het freatisch grondwater in Oost-Vlaanderen. Uitschieters zijn de ondiepe peilbuizen E13 F2, E15-16 F2, L4 F2, H11 F2, HI6 F2, D13 F2. De hogere geleidbaarheden kunnen verklaard worden door de ligging van de buizen enerzijds en de grondwaterstroming anderzijds.

D13 F2 bevindt zich in de aangevulde grond van de E17-parking.

HI6 F2, H11 F2, E15-16 F2 en E13 F2 bevinden zich alle in de onmiddellijke omgeving van stortzones en wel aan de kant van het uittredend grondwater (zie fig. 22). De hogere konduktiviteit in L4 F2 is te verklaren of door het materiaal in de gedempte Scheldemeander of door recente beïnvloeding van de huidige Schelde.

Het diepere grondwater blijkt, wat de konduktiviteit betreft, minder of niet beïnvloed te zijn door de gestorte materialen.

6. BESLUIT

De hydrogeologische opbouw werd bepaald met boringen en geofysische boorgatmetingen waarvan de ligging gepland werd na het uitvoeren van twee diepsonderingen en 5 geoelektrische profileringen. De boringen werden vrij dicht bij de stortzones verricht.

De lagenopbouw is in zeer goede overeenstemming met deze beschreven in het inventarisatierapport : van boven naar onder treft men aan :

- (plaatselijk) gestort materiaal;
- een slecht doorlatende alluviale heterogene deklaag, maximaal 5 m dik;
- een watervoerende kwartaire zandlaag KZ, ca. 5,5 m dik;
- een slecht doorlatend kleilaagje KL, ca. 1 m dik; de uitbreiding van dat laagje is belangrijker dan bij de inventarisatie bleek;
- een watervoerende tertiaire laag Pld (Paniseliaan) ca. 6,5 m dik;
- een slecht doorlatend tertiair substraat Plc (Paniseliaan) ca. 13 m dik.

De voorlopige pompproefresultaten, bepaald met de klassieke grafische interpretatiemethoden, geven als doorlatendheidscoëfficiënten :

- voor de laag KZ : ca. 4 m/d;
- voor de laag Pld : 1,3 tot 2,8 m/d.

In een latere faze van het onderzoek zullen ook andere hydraulische parameters bepaald worden met behulp van een mathematisch model.

Zowel in de laag KZ als in de laag Pld verloopt de grondwaterstroming globaal van het zuidwesten naar het noordoosten d.w.z. naar de Schelde toe. Onder enkele percelen

aan de voet van de hoger gelegen El7-parking is er lokaal een tegenstroming. De gradiënten en dus ook de grondwaterstroming zijn zeer klein (enkele meters per jaar). Tegen de Schelde aan vertonen de stijghoogten schommelingen ten gevolge van de getijden :

- ca. 0,10 m in de laag KZ;
- ca. 0,42 m in de laag Pld.

Uit de proefpompingen met konduktiviteitsmetingen is gebleken dat in de meeste diepe filters evenals in enkele ondiepe normale konduktiviteitswaarden voorkomen ($< 800 \mu\text{S/cm}$). Andere ondiepe filters gelegen aan de rand van stortzones en aan de zijde van het uittredend grondwater vertonen hogere konduktiviteitswaarden wat wijst op een duidelijke grondwaterverontreiniging.

BIJLAGE 1 - GEGEVENS I.V.M. UITGEVOERDE BORINGEN

Nr boring		Datum van uitvoering	Diepte (m)	Bereikte laag
B21	F2	03/06/86	7,0	P1d
	F1	24/06/86	16,5	P1c
H21	F2	25/06/86	3,0	KDL
	F1	25/06/86	20,0	P1c
E15-16	F2	10/07/86	6,0	KZ
	F1	10/07/86	16,0	P1c
D13	F2	04/07/86	3,8	KDL
E13	F2	27/06/86	5,5	KZ
	F1	27/06/86	18,7	P1c
F13	F2	27/06/86	5,5	KZ
	F1	26/06/86	18,8	P1c
H13	F2	03/06/86	8,0	KZ
H11	F2	30/06/86	5,0	KDL
	F1	30/06/86	20,0	P1c
HI-6	F2	01/07/86	3,0	KDL
	F1	01/07/86	20,0	P1c
L4	F2	02/06/86	5,0	KZ
	F1	23/06/86	19,5	P1d
PP1		19-20/06/86	33,0	Yd
PP2		04/07/86	10,0	KL
PB1		02/07/86	4,5	KDL
PB2		02/07/86	7,5	KZ
PB3		02/07/86	7,5	KZ
PB4		09/07/86	17,5	P1d
PB5		09/07/86	<u>17,1</u>	P1d
Totaal geboord			298,4	

BIJLAGE 2 - LIGGINGSPANNEN

rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTG

onderzoek
nr. : TGO 85/22

liggingsplan
proef nr. : B21

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

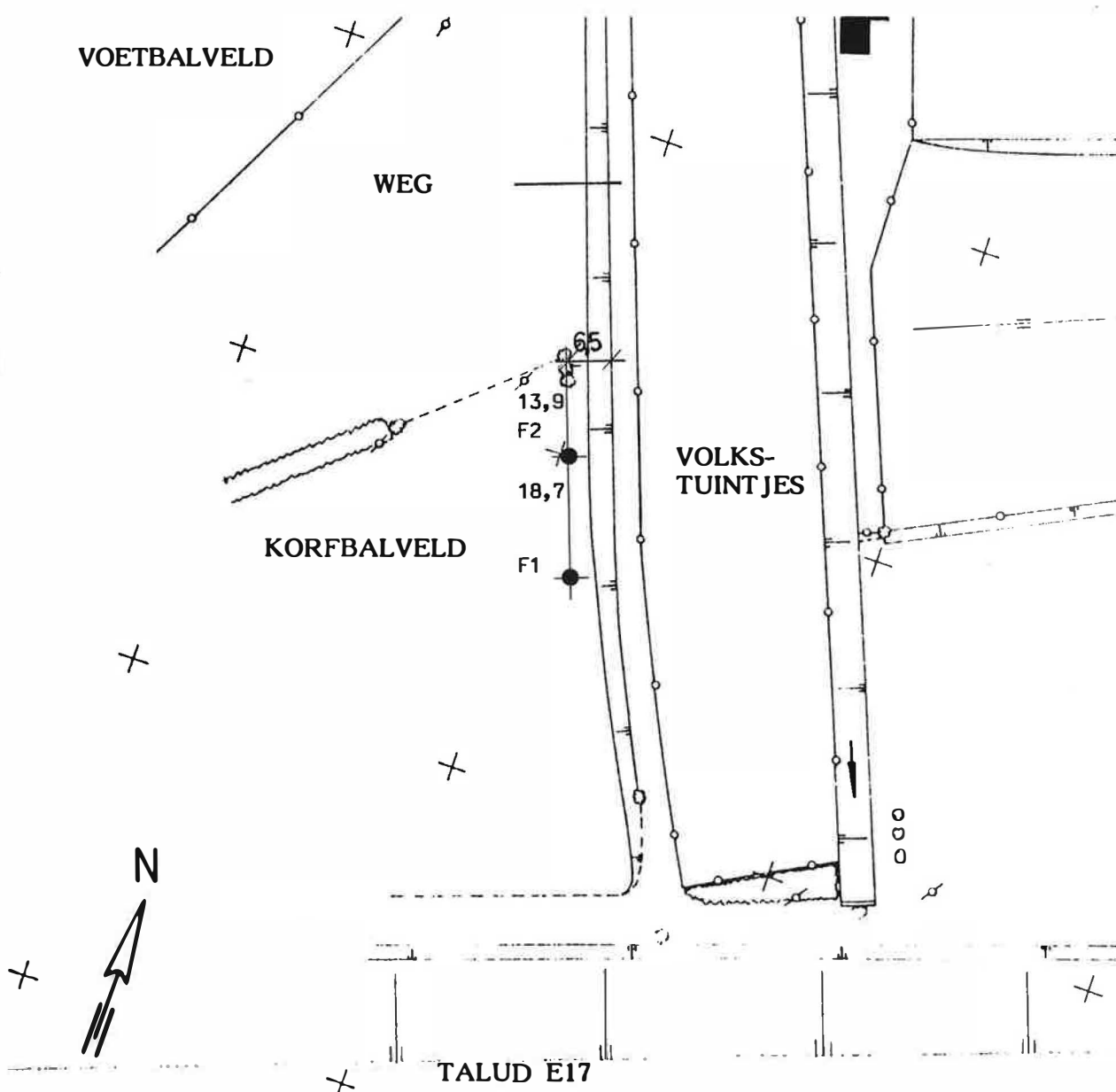
proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : $\frac{848^C}{2}$

lambert coördinaten : (B21 F1)

x = 108507 y = 192545

hoogte maaiveld :

z = 5,449 (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie

Prof. Dr. W. De Breuck

LTCG

onderzoek

nr.: TGO 85/22

liggingsplan

proef nr.: H21

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer

lambert coördinaten : (H21 F1)

kaartblad NGI : MELLE 22/2

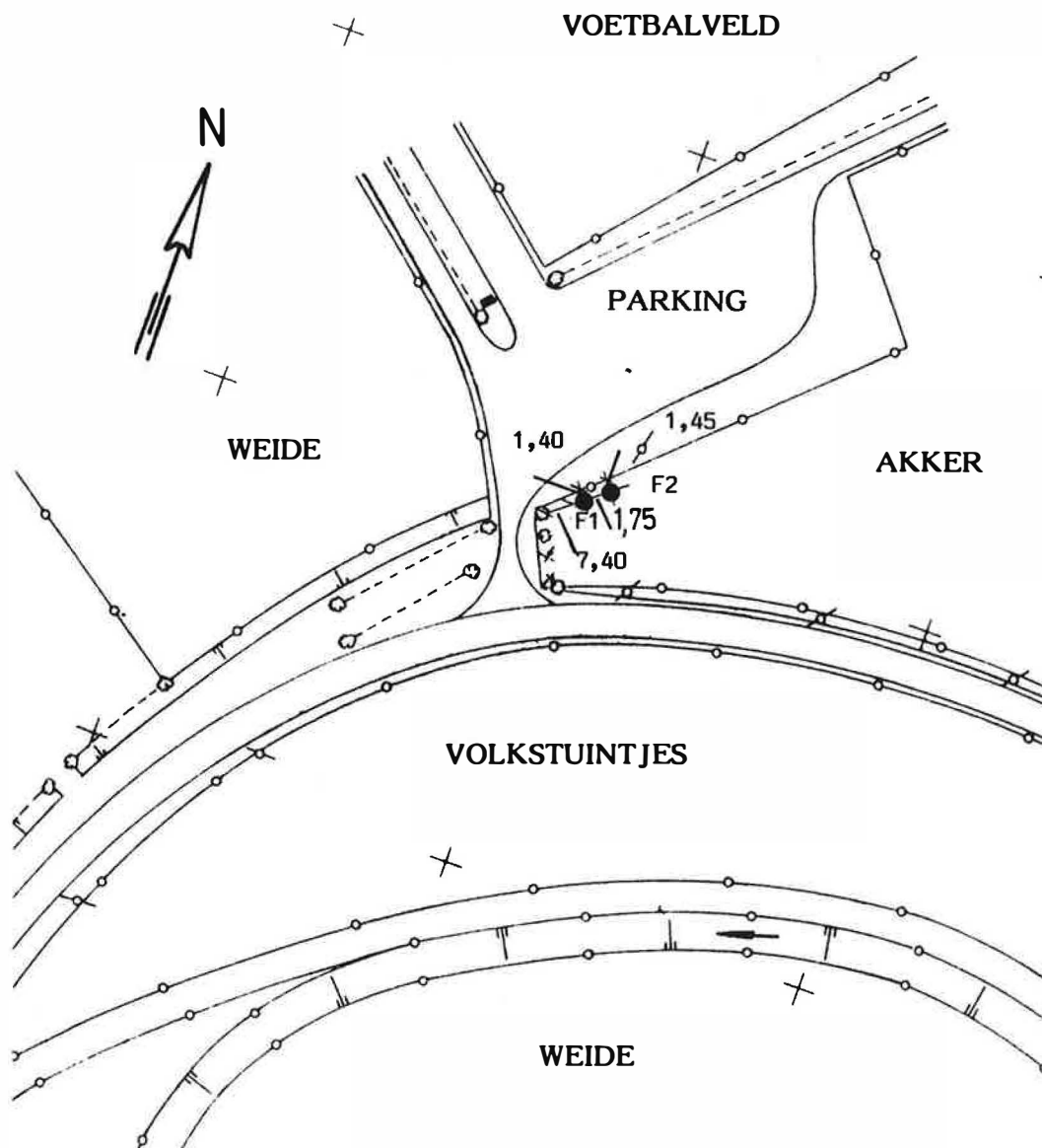
x = 108502 y = 192851

kadasterblad : -

hoogte maaiveld :

perceel nr. : 147a

z = 5,790 (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTG

onderzoek
nr.: TGO 85/22

liggingsplan
proef nr.: E15-16

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

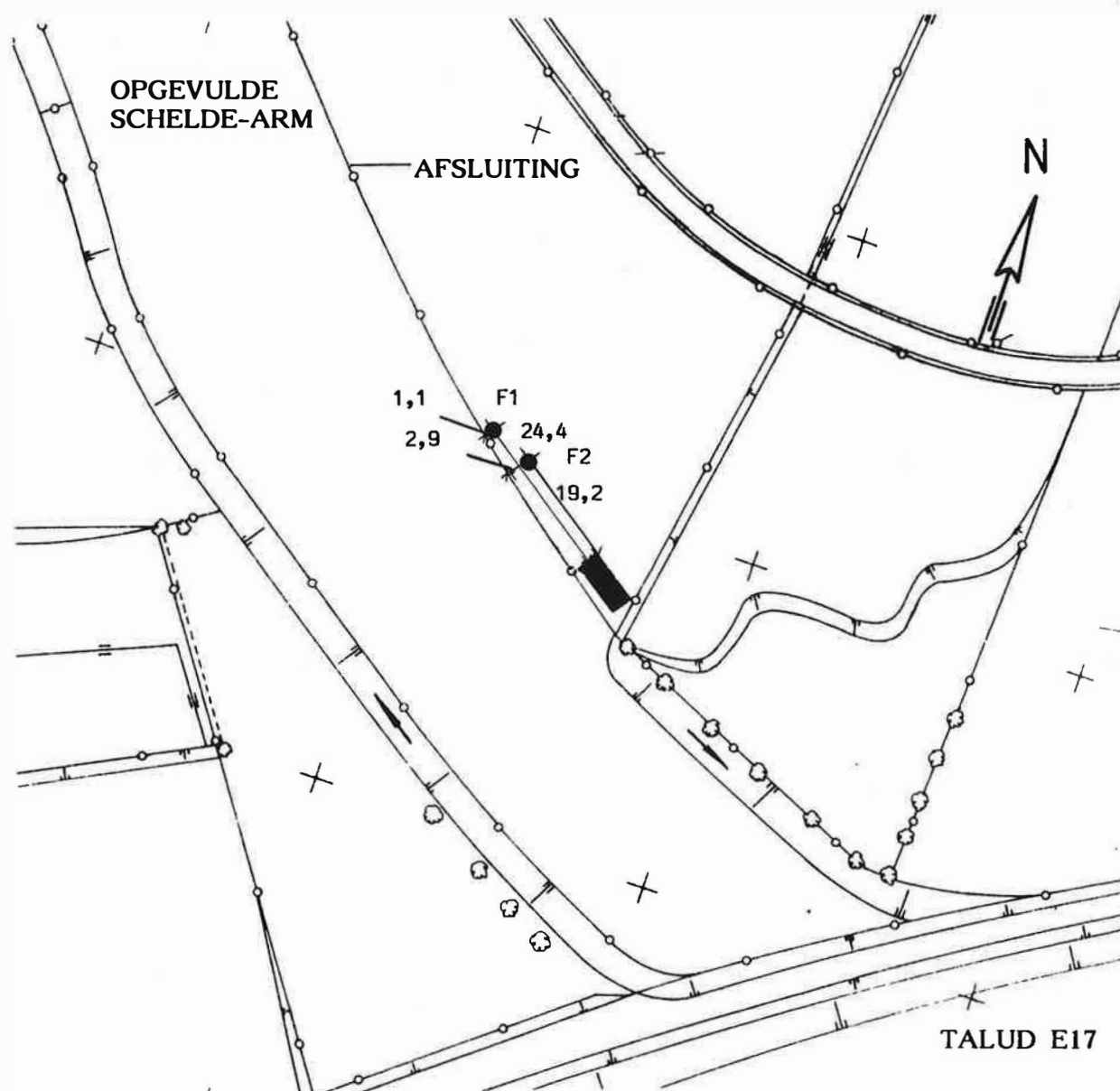
proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : 115

lambert coördinaten : (E15-16 F1)

x = 108757 y = 192706

hoogte maaiveld :

z = 5,558 (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

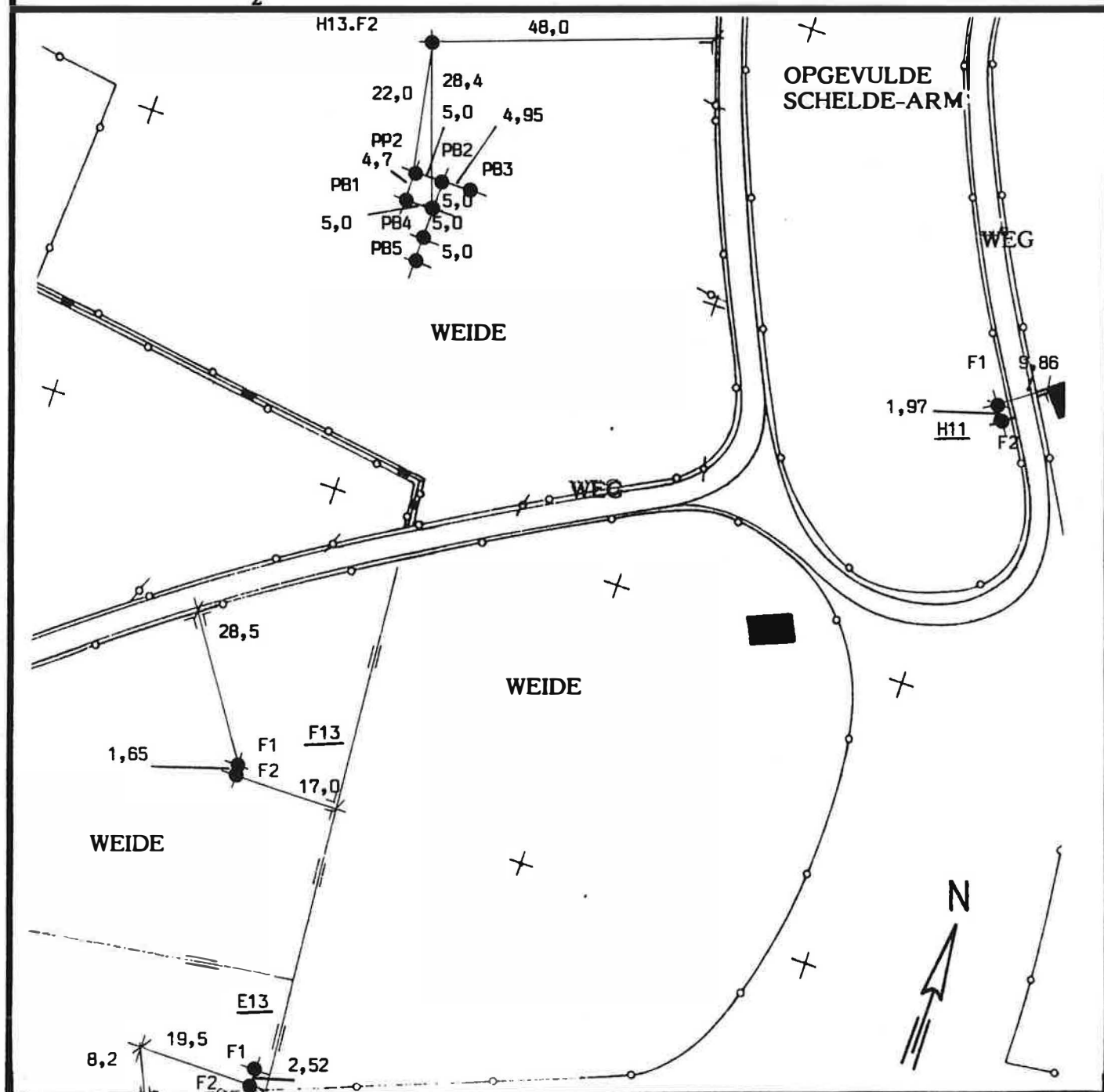
LTG

onderzoek
nr.: TGO 85/22

liggingsplan
proef nr.: H11
E13
F13
FP1-PB5

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : $\frac{800^e}{2}$, 119^a , 120^a , 122
lambert coördinaten :
x = — y = —
hoogte maaiveld :
z = — (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTG

onderzoek
nr.: TGO 85/22

liggingsplan
proef nr.: D13

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

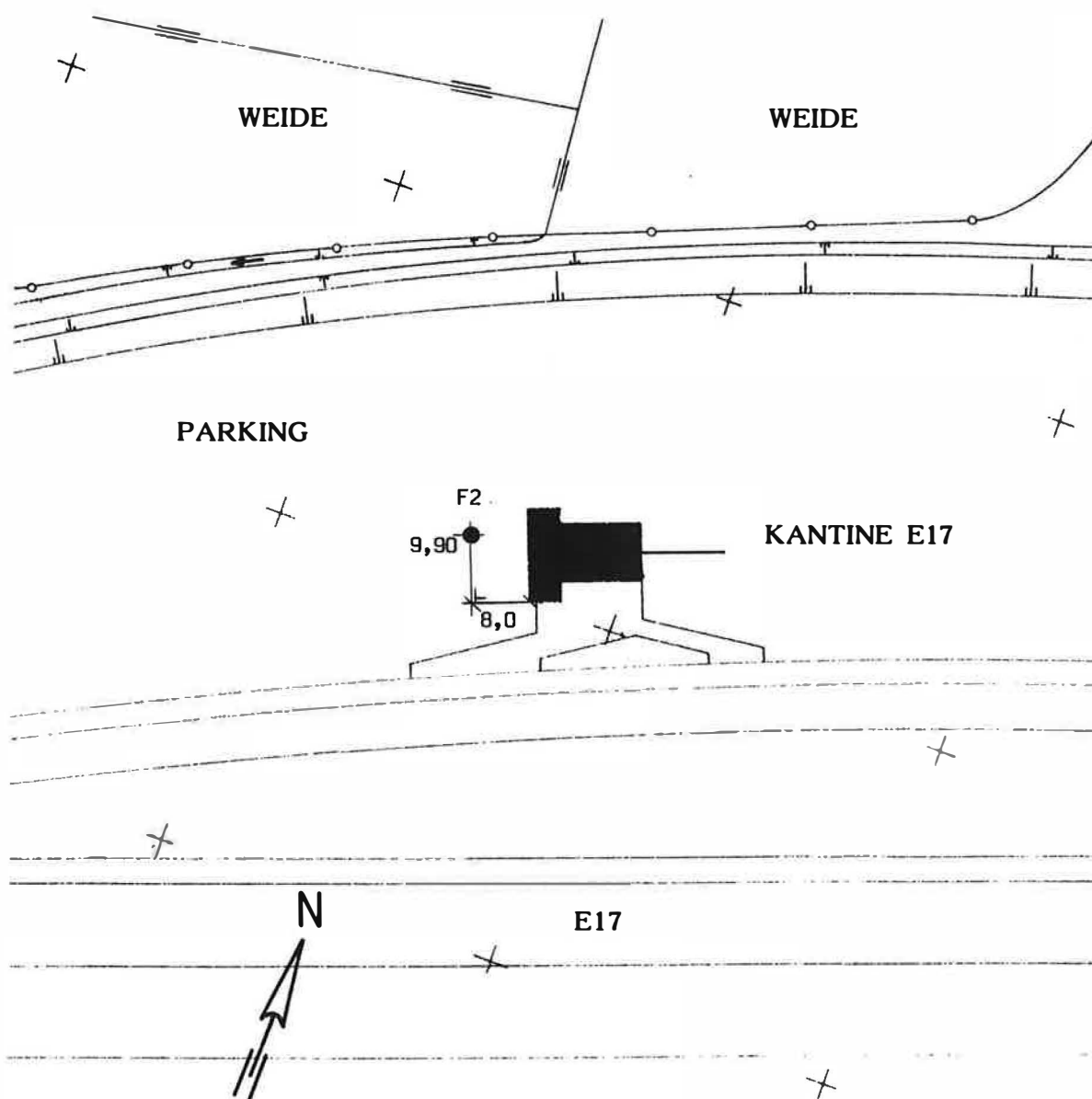
proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : $\frac{842}{2}$

lambert coördinaten : (D13 F2)

x = 108927 y = 192656

hoogte maaiveld :

z = 7,758 (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTG

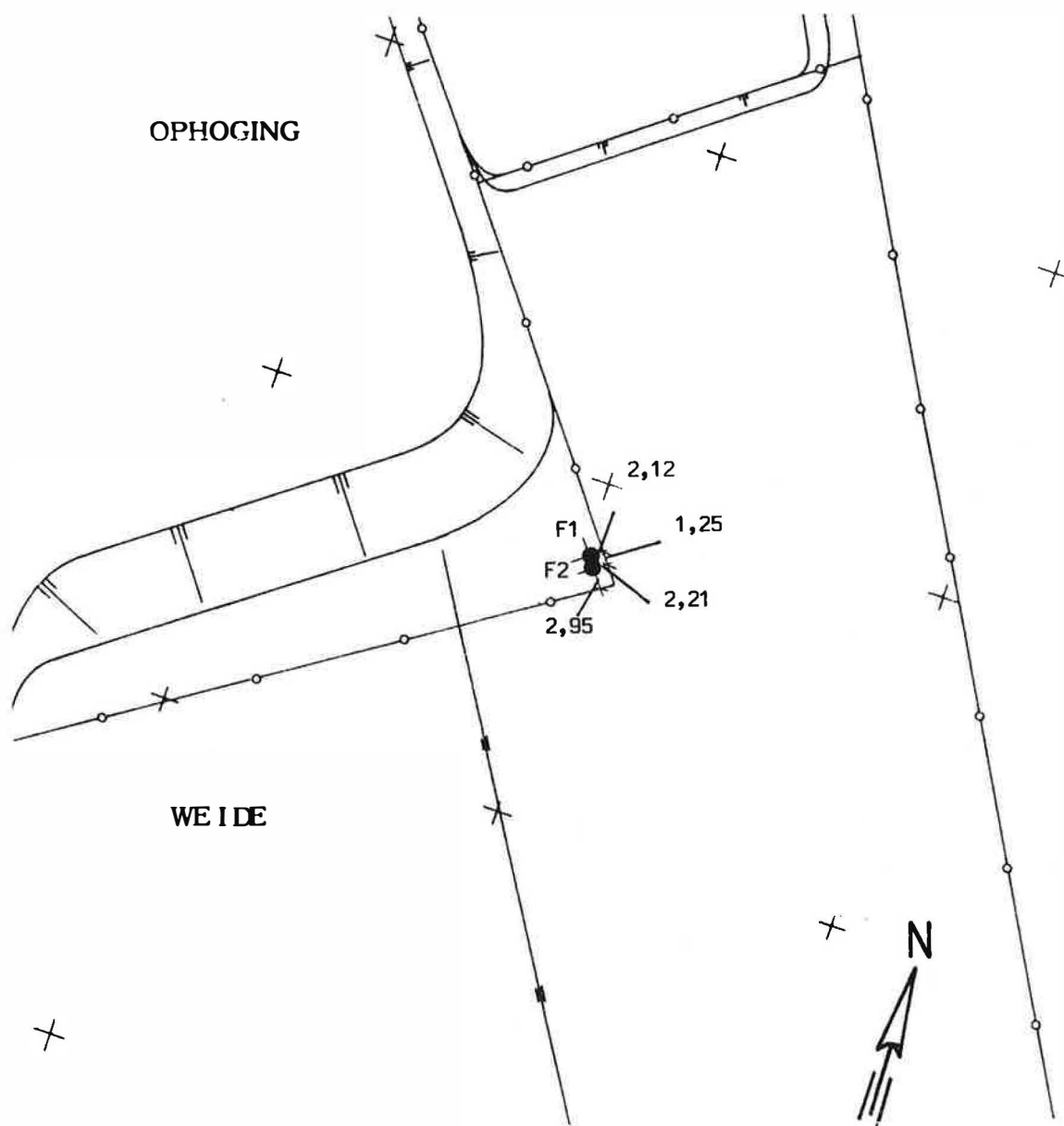
onderzoek
nr.: TGO 85/22

liggingsplan
proef nr.: HI-6

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : 800^a

lambert coördinaten : (HI-6
x = 109251 y = 192888^{F1})
hoogte maaiveld :
z = 4,685 (m + TAW)



rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTG

onderzoek
nr.: TGO 85/22

liggingsplan
proef nr.: L4

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

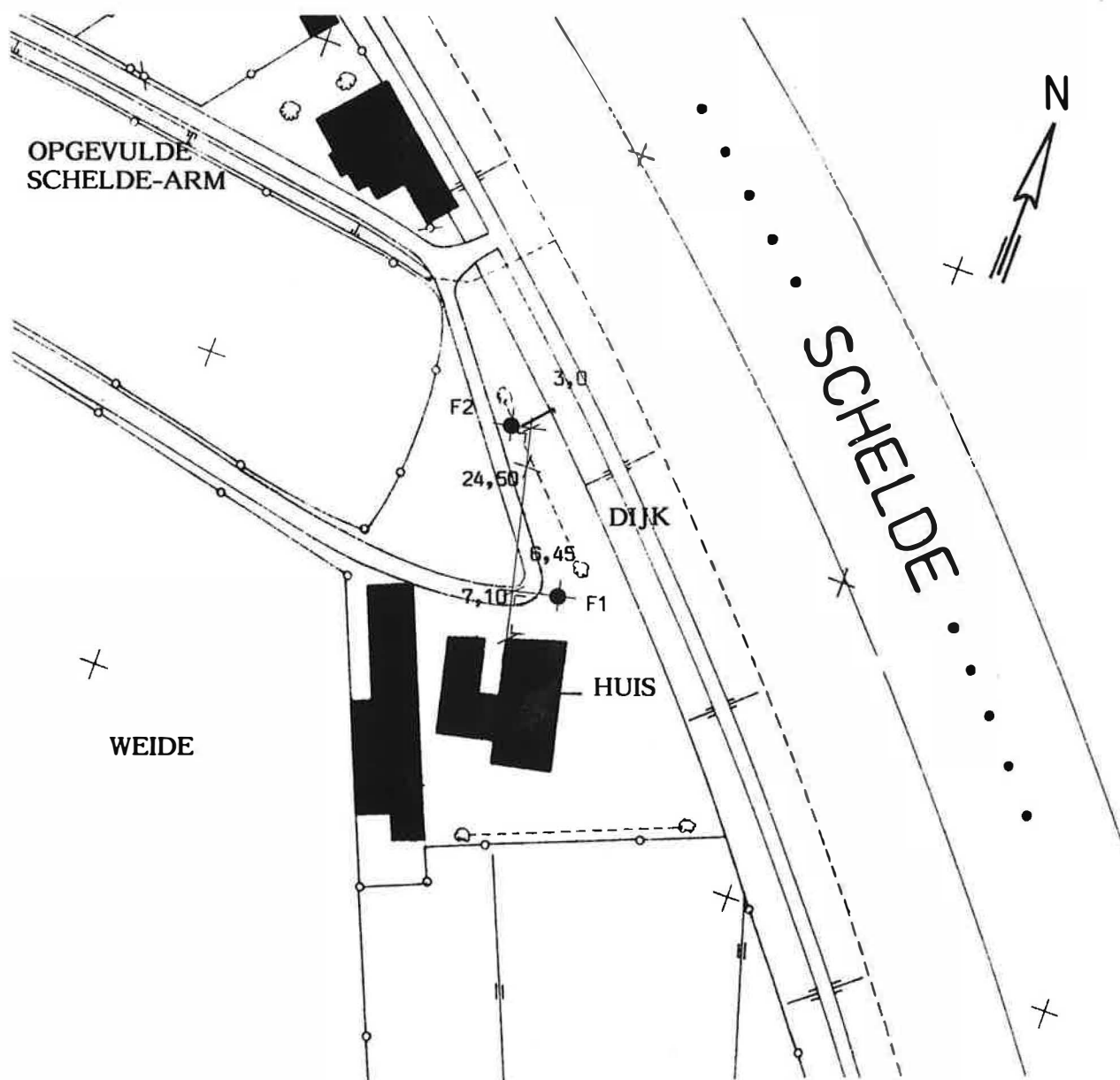
proef : spoelboring met boorgatmeting en piëzometer
kaartblad NGI : MELLE 22/2
kadasterblad : -
perceel nr. : $\frac{800^h}{2}$

lambert coördinaten : (L4 F1)

x = 109360 y = 193033

hoogte maaiveld :

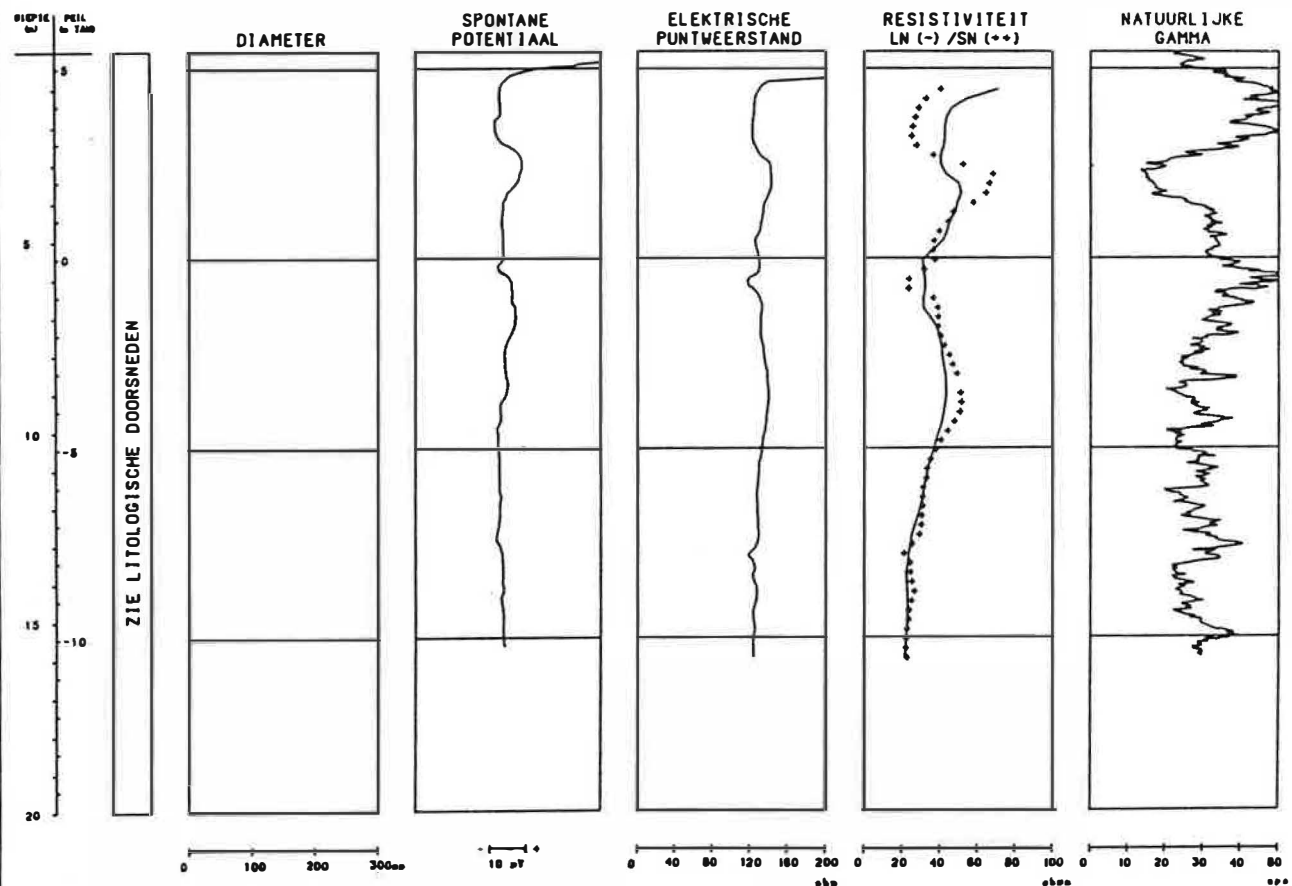
z = 5,477 (m + TAW)

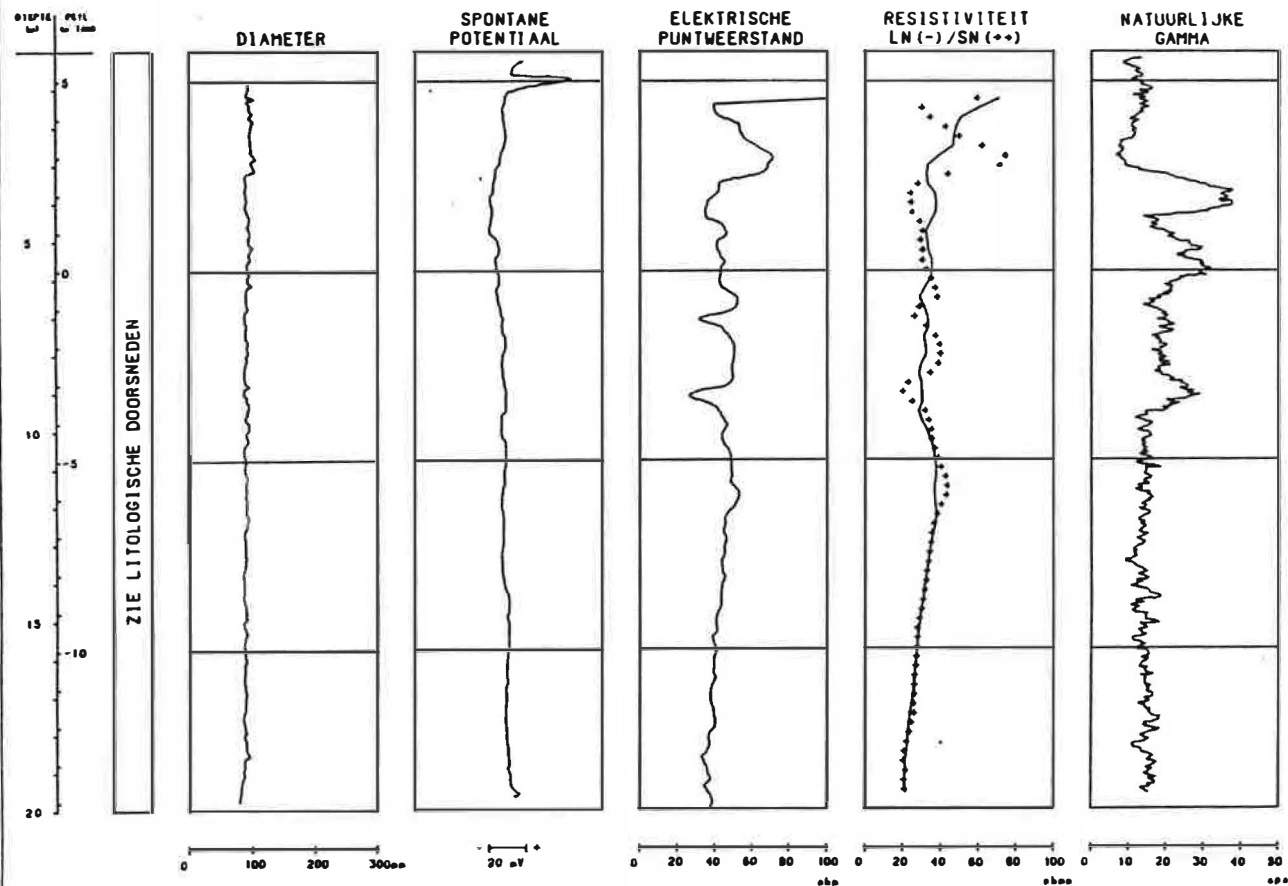


BIJLAGE 3 - GEOFYSISCHE BOORGATMETINGEN

BOORGATMETING

PROJECT NR 160 85/22
BORING NR 821
DATUM 24/06/86

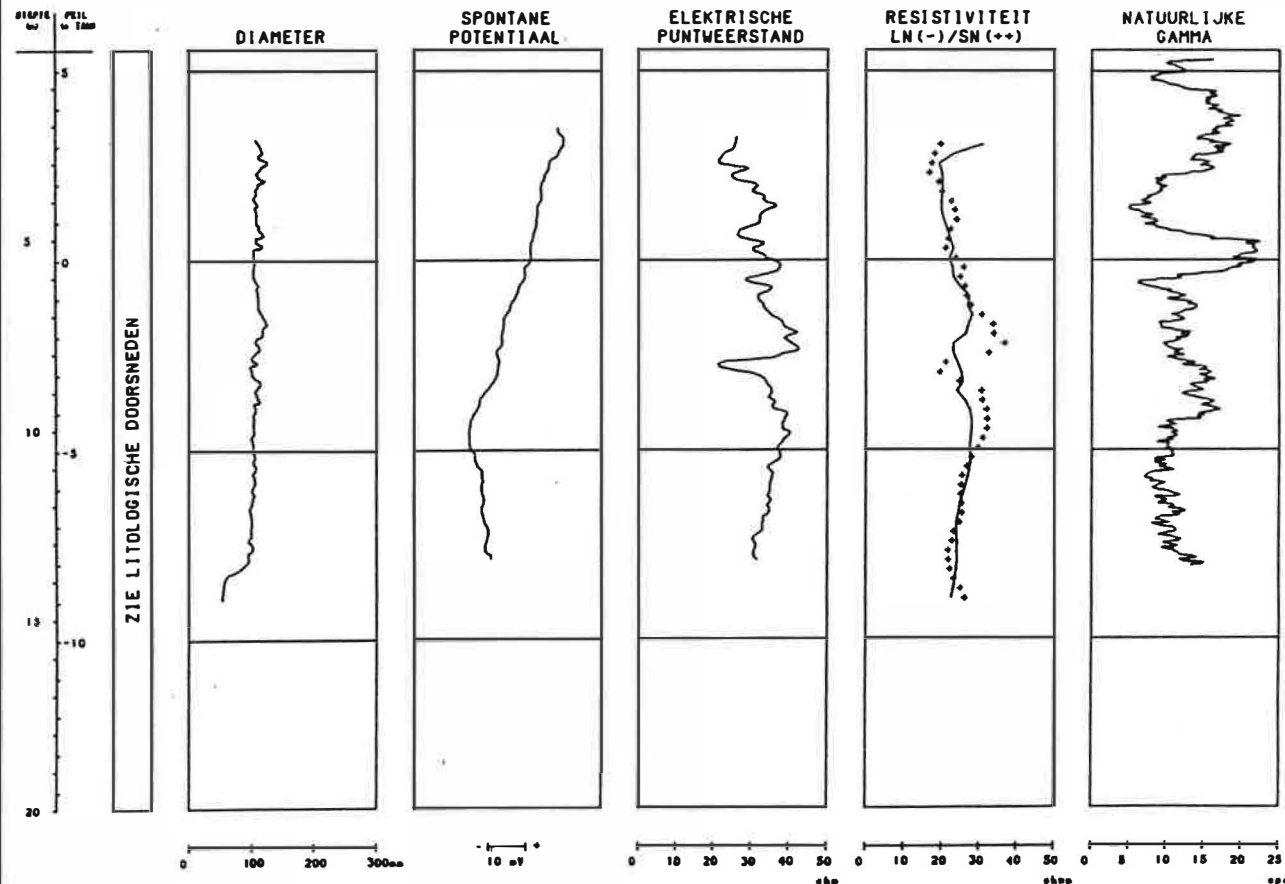


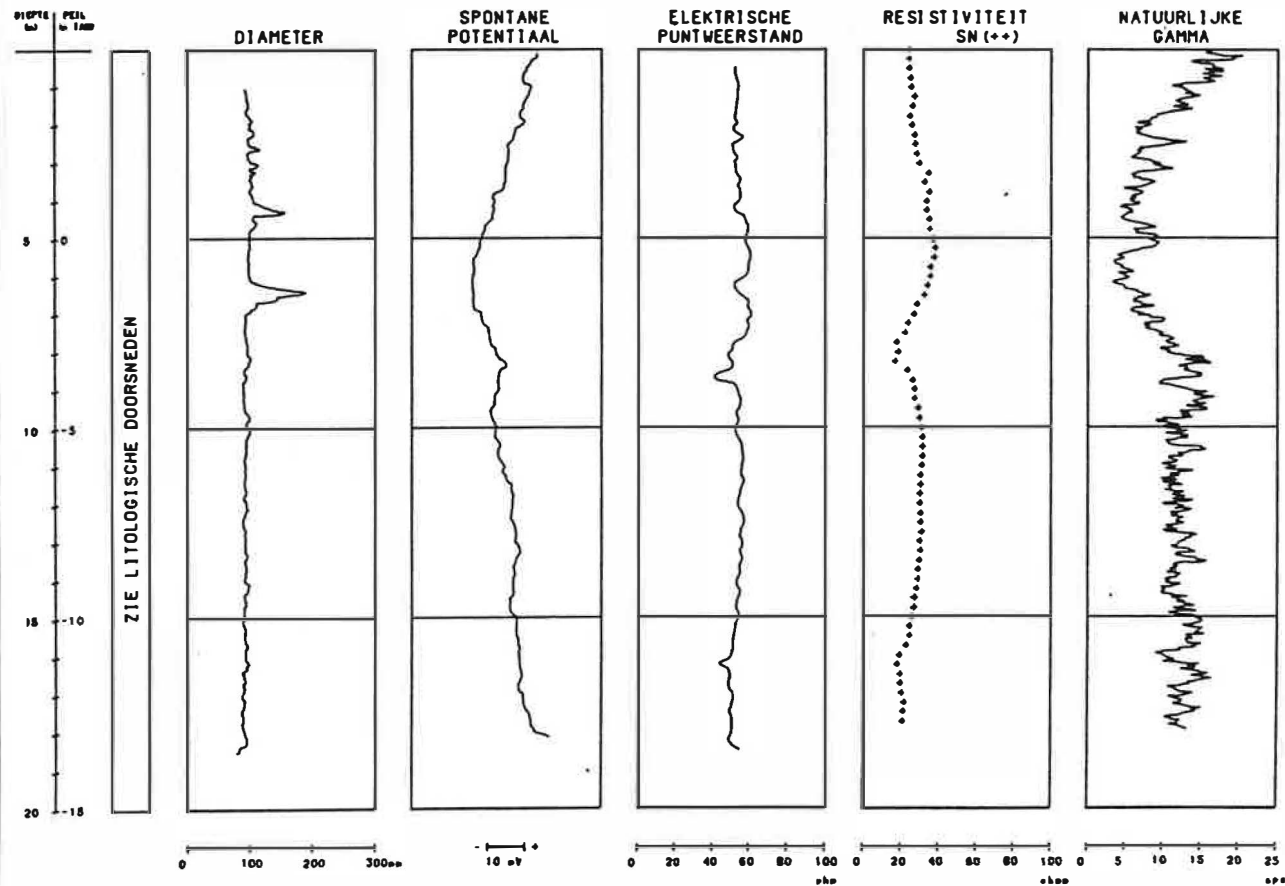


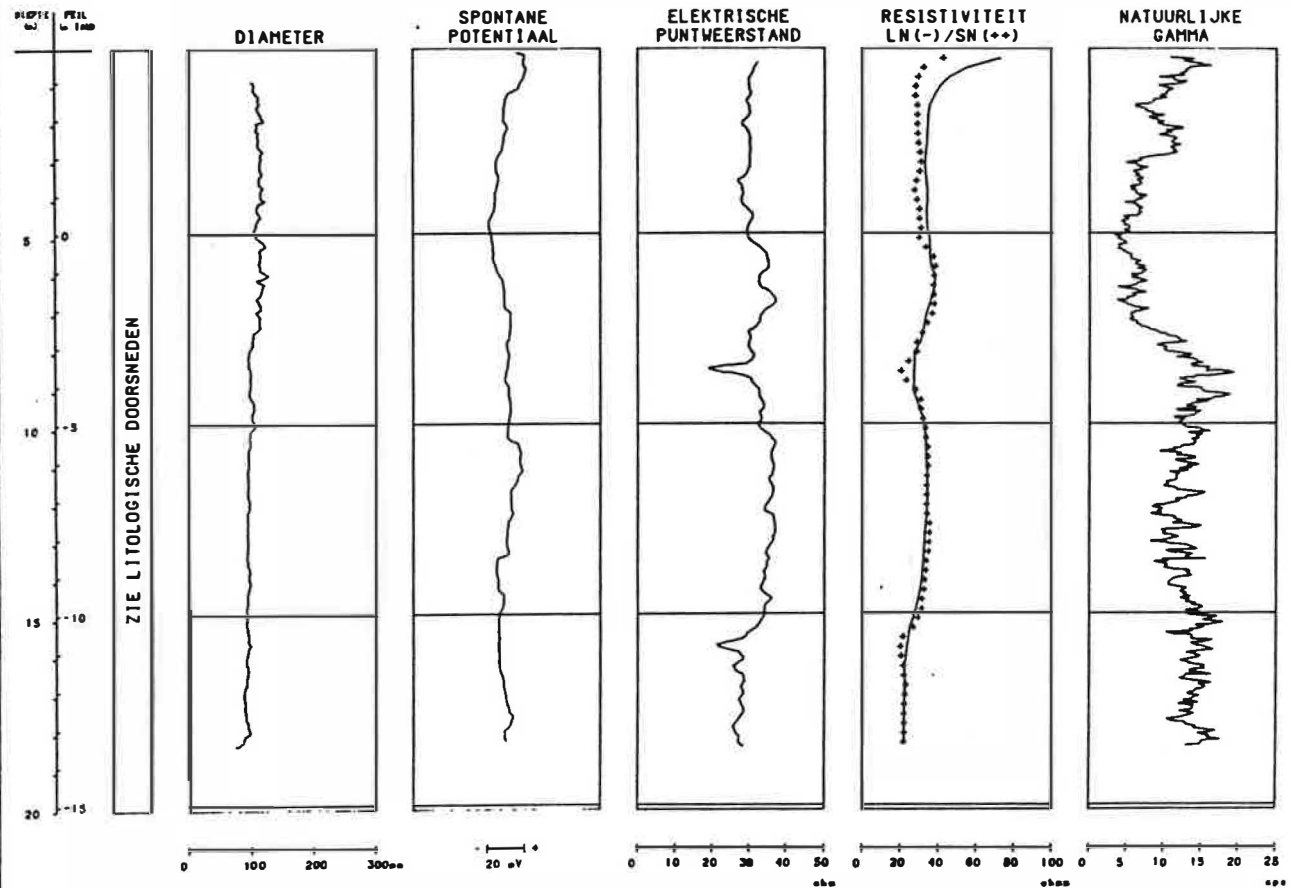
BOORGATMETING

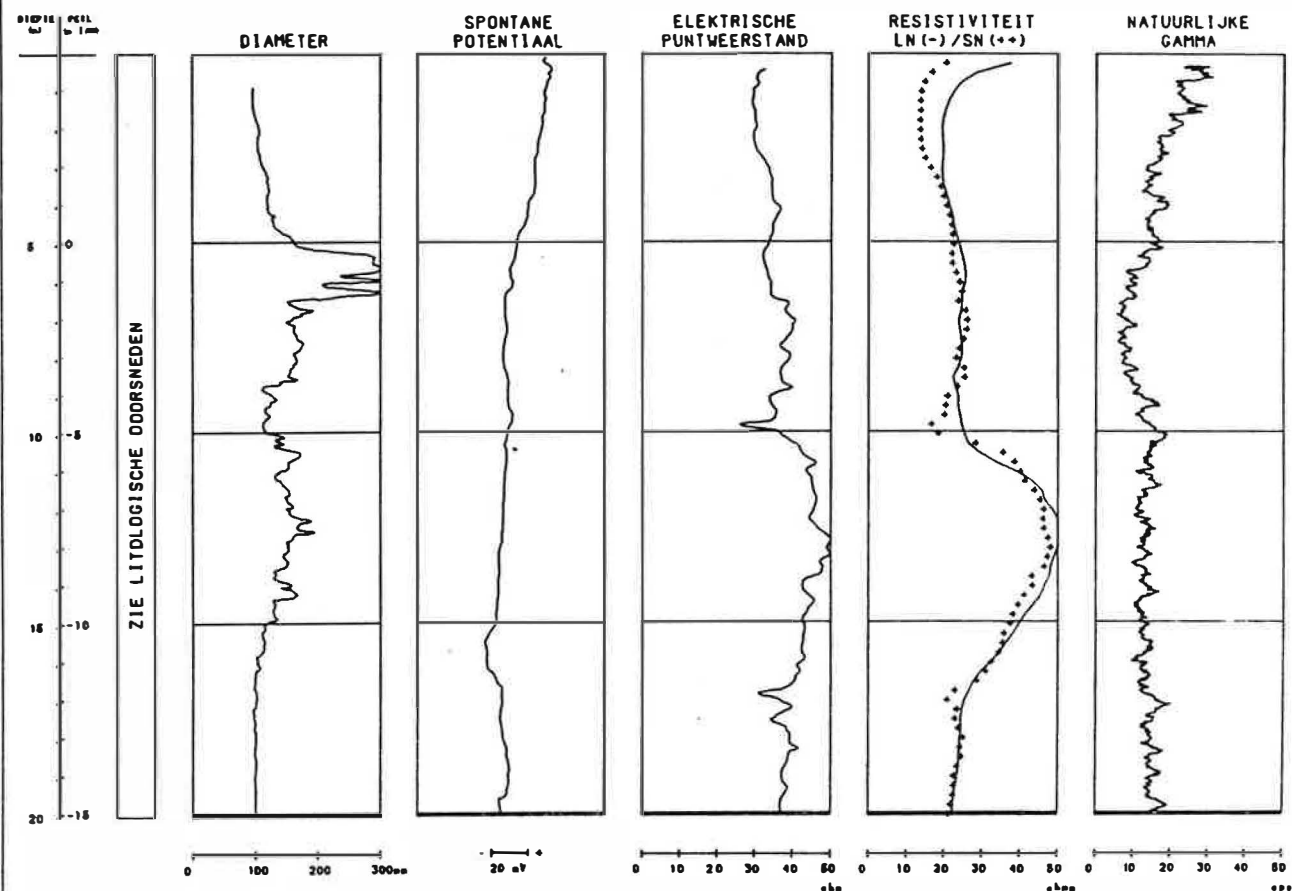
PROJECT NR
BORING NR
DATUM

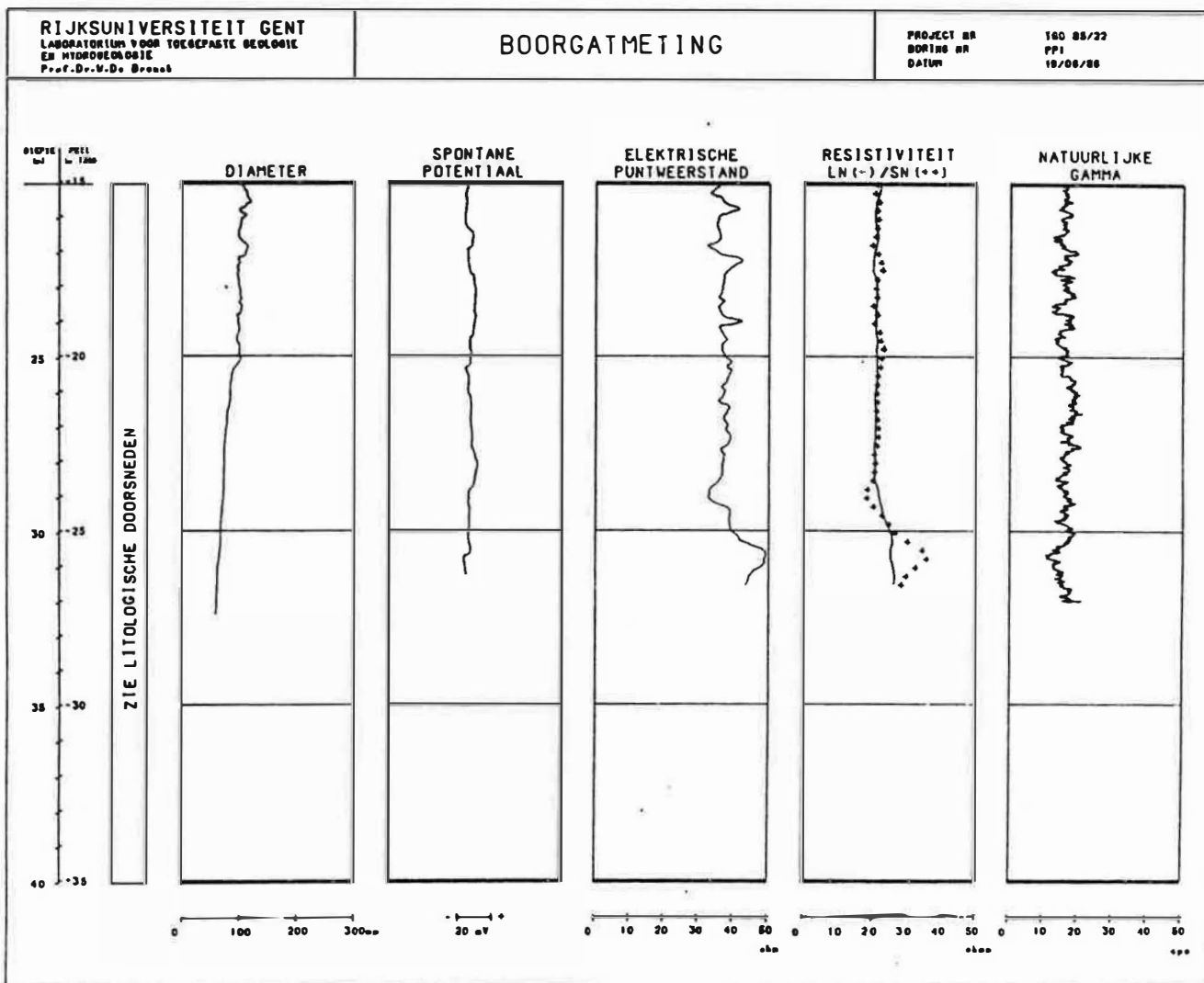
180 85/22
E18-16
10/07/86

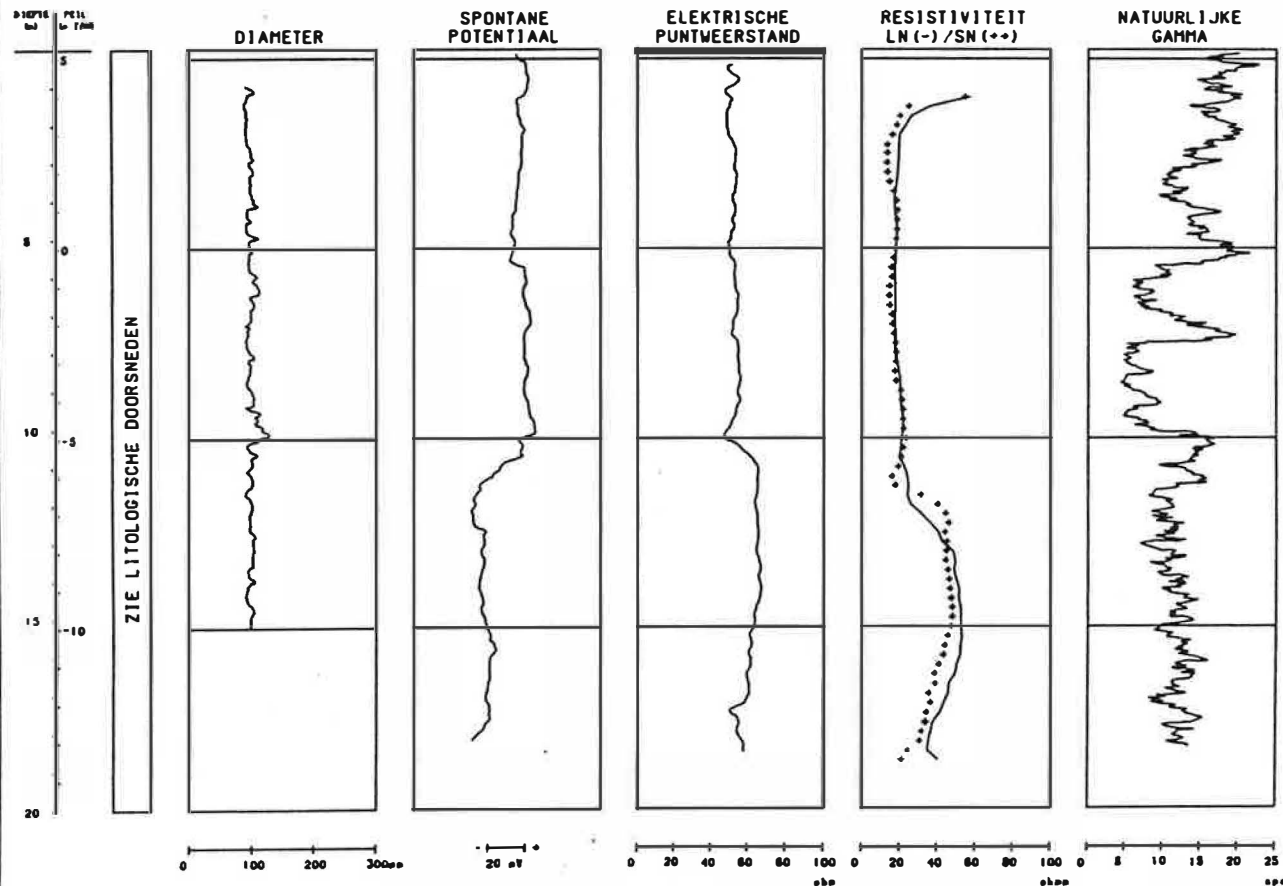


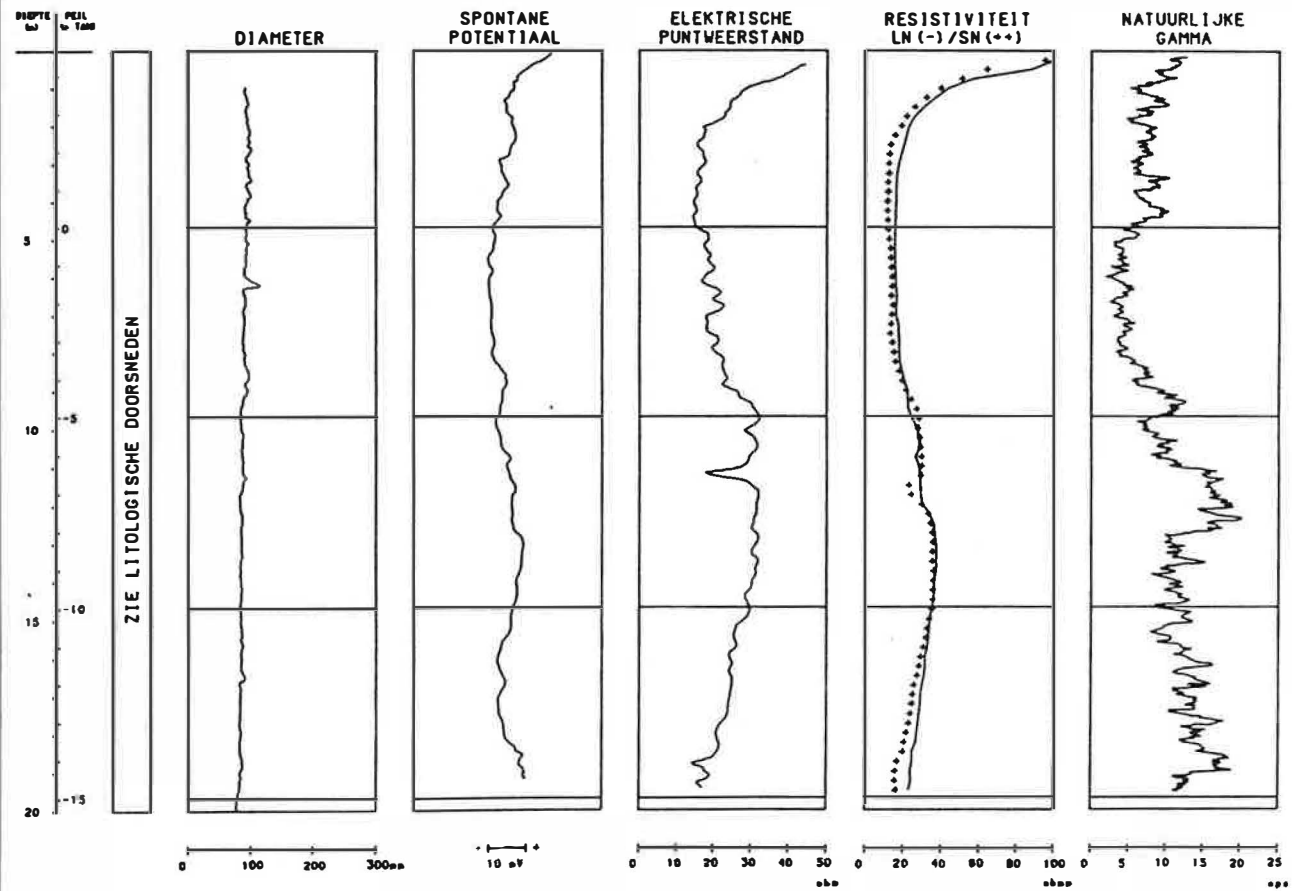


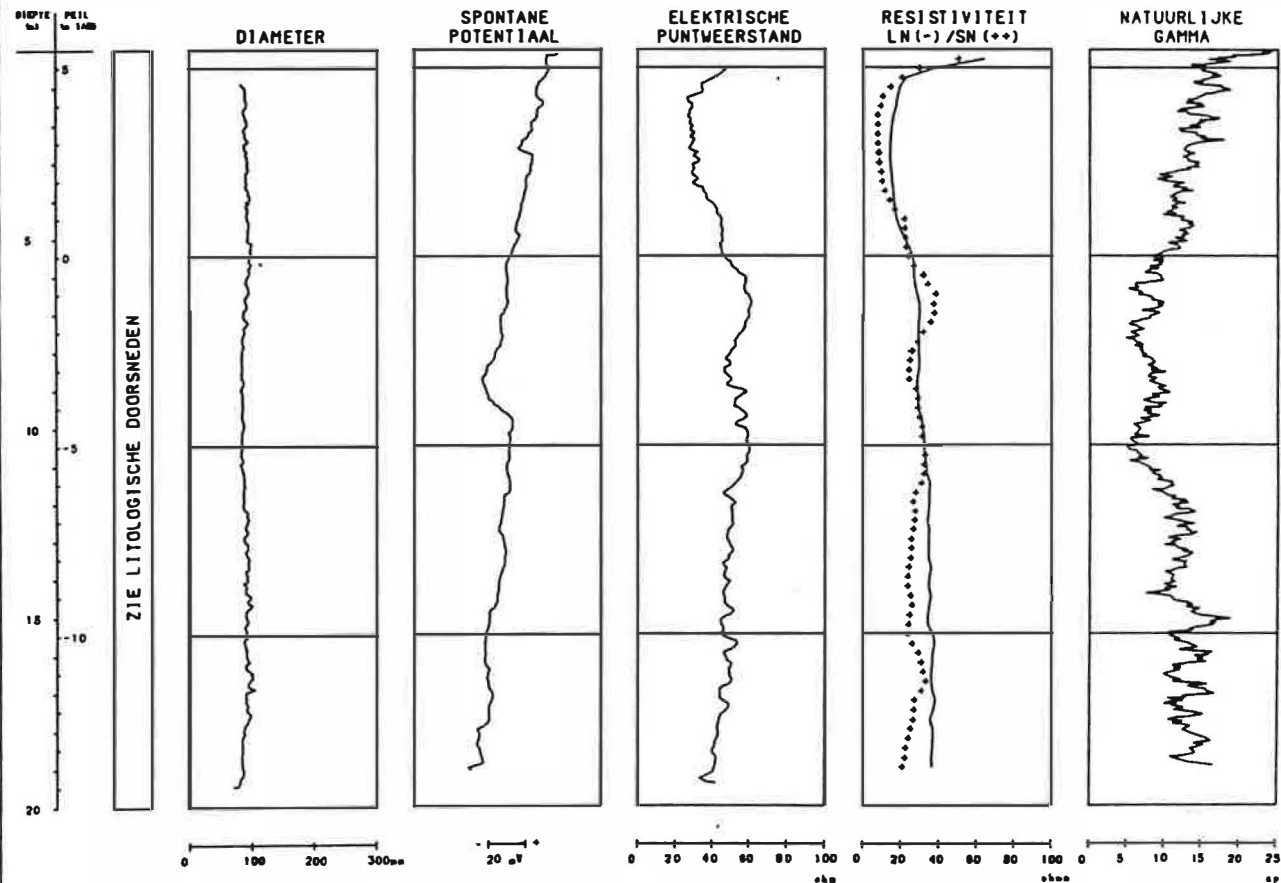













BIJLAGE 4 - BOORSTATEN

rijksuniversiteit gent leerstool voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			onderzoek nr. : TGO 85/22	boorstaat nr. : B21
onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE Hydrogeologische karakterisatie				
datum : 24/06/86		lambert coördinaten : (B21-F1)		
boorwijze : spoëlboring		x = 108 507 y = 192 545		
filterdiepte(n) : 4,0 - 6,0 8,0 - 10,0		(m - maaiveld) hoogte maaiveld : z = 5,449 (m + TAW)		
nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)		
		van	tot	
-	Bleekbruine slappe klei	0,0	2,5	
-	Grijsgroen fijn zand met schelpfragmenten	2,5	4,0	
-	Groen weinig kleihoudend fijn zand	4,0	5,4	
-	Stijve klei	5,4	6,4	
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand	6,4	10,4	
-	Donkergroen glaukoniethoudend weinig kleihoudend fijn zand	10,4	13,0	
-	Donkergroene glaukoniethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand met zandsteenbrokjes	13,0	16,5	
	Einde boring	16,5		
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u> 0,0 - 6,4 : Kwartair 6,4 - 13,0 : Zand van Vlierzele (P1d) 13,0 - 16,5 : Klei van Pittem (P1c)				

rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

L T G


onderzoek
nr.: TGO 85/22

boorstaat
nr.: H21

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

datum : 25/06/86
boorwijze : spoelboring
filterdiepte(n) : 2,0 - 3,0
10,5 - 12,5
lambert coördinaten : (H21-F1)
x = 108 502 y = 192 851
(m - maaiveld) hoogte maaiveld :
z = 5,790 (m + TAW)

nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)	
		van	tot
-	Witgeel glaukoniethoudend fijn zand met weinig kleibrokjes	0,0	3,0
-	Zwarte veenhoudende slappe klei	3,0	4,4
-	Donkergroen, glaukoniethoudend, weinig kleihoudend fijn zand met weinig schelpfragmenten	4,4	6,7
-	Stijve tot half-stijve klei	6,7	7,2
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand	7,2	7,9
-	Stijve klei	7,9	9,4
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met kleibrokjes	9,4	15,0
-	Donkergroen glaukoniethoudend kleihoudend fijn zand met zandsteenbankjes	15,0	18,5
-	Donkergroene glaukoniethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend zand	18,5	20,0
	Einde boring	20,0	
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u>			
	0,0 - 9,4 : Kwartair		
	9,4 - 15,0 : Zand van Vlierzele (P1d)		
	15,0 - 20,0 : Klei van Pittem (P1c)		

rijksuniversiteit gent leerstool voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			onderzoek nr. : TGO 85/22	boorstaat nr. : E15-16
onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE Hydrogeologische karakterisatie				
datum : 10/07/86		lambert coördinaten : (E15-16- F1)		
boorwijze : spoelboring		x = 108 757 y = 192 706		
filterdiepte(n) : 4,5 - 5,5 10,0 - 12,0		hoogte maaiveld : z = 5,558 (m +TAW)		
nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)		
		van	tot	
-	Aangevulde grond (afval, steengruis, ijzerdraad, assen....)	0,0	1,5	
-	Bruine slappe klei	1,5	3,0	
-	Grijsgroen weinig glaukoniethoudend fijn zand met schelpfragmenten en veenbrokjes	3,0	8,1	
-	Stijve klei	8,1	8,6	
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand	8,6	11,0	
-	Donkergroen glaukoniethoudend, weinig kleihoudend fijn zand met zandsteenlaagjes	11,0	12,7	
-	Donkergroene glaukoniethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand	12,7	16,0	
	Einde boring	16,0		
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u> 0,0 - 8,6 : Kwartair 8,6 - 12,7 : Zand van Vlierzele (P1d) 12,7 - 16,0 : Klei van Pittem (P1c)				

rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie

L T G

onderzoek
nr.: TGO 85/22

boorstaat
nr.: PP1

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

datum : 19/06/86

lambert coördinaten :

boorwijze : spoelboring

x = 108 900 y = 192 850


filterdiepte(n) : 10,0 - 16,5


(m - maaiveld)

hoogte maaiveld :

z = 4,927 (m + TAW)

nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)	
		van	tot
-	Donkerbruine slappe klei	0,0	4,0
-	Grijsgroen glauconiethoudend fijn zand met schelpfragmenten	4,0	9,6
-	Stijve klei	9,6	10,0
-	Donkergroen glauconiethoudend fijn zand met weinig schelpfragmenten en weinig kleibrokjes	10,0	16,5
-	Donkergroene glauconiethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand met zandsteenbanken	16,5	29,8
-	Donkergroen glauconiethoudend fijn zand	29,8	33,0
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u>			
0,0 - 10,0 : Kwartair			
10,0 - 16,5 : Zand van Vlierzele (P1d)			
16,5 - 29,8 : Klei van Pittem (P1c)			
29,8 - 33,0 : Zand van Egem (Yd)			

rijksuniversiteit gent leerstoel voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			onderzoek nr. : TGO 85/22	boorstaat nr. : E13
onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE Hydrogeologische karakterisatie				
datum : 27/06/86		lambert coördinaten : (E13-F1)		
boorwijze : spoelboring		x = 108 919 y = 192 703		
filterdiepte(n) : 4,5 - 5,5 10,0 - 12,0		hoogte maaiveld : z = 4,980 (m + TAW)		
nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)		
		van	tot	
-	Lichtbruine slappe klei met weinig fijn zand	0,0	1,0	
-	Lichtbruin fijn zand afgewisseld met laagjes slappe klei	1,0	3,8	
-	Donkergroen fijn zand met schelpfragmenten	3,8	7,6	
-	Weinig veenhoudende stijve klei	7,6	8,5	
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met zandsteenfragmenten en kleibrokjes	8,5	16,2	
-	Donkergroen glaukoniethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand	16,2	18,6	
-	Zandsteenbank	18,6	18,7	
	Einde boring	18,7		
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u> 0,0 - 8,5 : Kwartair 8,5 - 16,2 : Zand van Vlierzele (P1d) 16,2 - 18,7 : Klei van Pittem (P1c)				

rijksuniversiteit gent leerstoel voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			onderzoek nr. : TGO 85/22	boorstaat nr. : F13
onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE Hydrogeologische karakterisatie				
datum : 26/06/86		lambert coördinaten : (F13-F1)		
boorwijze : spoëlboring		x = 108 900 y = 192 750		
filterdiepte(n) : 4,0 - 5,0 11,5 - 13,5		hoogte maaiveld : z = 4,871 (m +TAW)		
nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)		
		van	tot	
-	Donkerbruine slappe klei	0,0	0,5	
-	Donkerbruin fijn zand afgewisseld met laagjes slappe klei	0,5	3,0	
-	Donkergroen fijn zand met weinig schelpen en weinig veenbrokken	3,0	7,2	
-	Donkerbruin veenhoudend fijn zand	7,2	8,2	
-	Stijve klei	8,2	8,8	
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met weinig zandsteenfragmenten en kleibrokjes	8,8	15,5	
-	Grijsgroen glaukoniethoudend kleihoudend fijn zand tot zandhoudende klei met zandsteenfragmenten en zandsteenbrokjes	15,5	18,8	
	Einde boring	18,8		
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u> 0,0 - 8,8 : Kwartair 8,8 - 15,5 : Zand van Vlierzele (P1d) 15,5 - 18,8 : Klei van Pittem (P1c)				

rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie

Prof. Dr. W. De Breuck

L T G

onderzoek

nr.: TGO 85/22

boorstaat

nr.: D13-F2

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

datum : 03/07/86

boorwijze : spoëlboring

filterdiepte(n) : 2,8 - 3,8


lambert coördinaten :

x = 108 927 y = 192 656

(m - maaiveld) hoogte maaiveld :

z = 7,758 (m + TAW)

nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)	
		van	tot
-	Aangevulde grond (fijn zand met veel steengruis, assen, grint, baksteenresten)	0,0	3,8
-	Zeer hard niveau	3,8	
	Einde boring	3,8	
	<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u>		
	0,0 - 3,8 : Kwartair (aanvulling)		

rijksuniversiteit gent leerstoel voor toegepaste geologie Prof. Dr. W. De Breuck			onderzoek nr.: TGO 85/22	boorstaat nr.: H11
onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE Hydrogeologische karakterisatie				
datum : 30/06/86 boorwijze : spoëlboring filterdiepte(n) : 4,0 - 5,0 13,0 - 15,0		lambert coördinaten : (H11-F1) x = 109 000 y = 192 850 hoogte maaiveld : z = 5,244 (m +TAW) (m - maaiveld)		
nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)		
		van	tot	
-	Aanvulling (steengruis, afval, assen, baksteenresten)	0,0	1,0	
-	Donkerbruin fijn zand afgewisseld met laagjes slappe klei	1,0	5,5	
-	Groen fijn zand	5,5	6,8	
-	Stijve klei	6,8	7,8	
-	Donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met schelpfragmenten	7,8	10,0	
-	Stijve klei	10,0	11,7	
-	Donkergroen glaukoniethoudend weinig kleihoudend fijn zand met zandsteenbrokjes en weinig schelpfragmenten	11,7	18,2	
-	Donkergroene glaukoniethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand	18,2	20,0	
	Einde boring	20,0		
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u> 0,0 - 11,7 : Kwartair 11,7 - 18,2 : Zand van Vlierzele (P1d) 18,2 - 20,0 : Klei van Pittem (P1c)				

rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie

L T G

Prof. Dr. W. De Breuck

onderzoek

nr.: TGO 85/22

boorstaat

nr.: HI-6

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

datum : 01/07/86

lambert coördinaten : (HI6-F1)

boorwijze : spoelboring

x = 109 251 y = 192 888

filterdiepte(n) : 2,0 - 3,0
13,0 - 15,0

(m - maaiveld)

hoogte maaiveld :

z = 4,685 (m + TAW)

nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)	
		van	tot
-	Blauwgrijze slappe klei	0,0	0,7
-	Roestbruin kleihoudend fijn zand met weinig veenbrokjes	0,7	4,5
-	Donkergroen fijn zand met schelpfragmenten	4,5	8,0
-	Donkergroen glauconiethoudend fijn zand met schelpfragmenten	8,0	11,2
-	Stijve klei	11,2	11,8
-	Donkergroen weinig kleihoudend glauconiethoudend fijn zand met schelpfragmenten en zandsteenfragmenten	11,8	18,5
-	Donkergroene glauconiethoudende zandhoudende klei tot kleihoudend fijn zand	18,5	20,0
	Einde boring	20,0	
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u>			
0,0 - 11,8 : Kwartair			
11,8 - 18,5 : Zand van Vlierzele (P1d)			
18,5 - 20,0 : Klei van Pittem (P1c)			

rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

LTC

onderzoek
nr.: TGO 85/22

boorstaat
nr.: L4

onderzoek : HYDROGEOLOGISCHE DEELSTUDIE "BLACK POINT" GENTBRUGGE
Hydrogeologische karakterisatie

datum : 23/06/86

lambert coördinaten : (L4-F1)

boorwijze : spoelboring

x = 109 360 y = 193 033

filterdiepte(n) : 1,5 - 3,5
16,0 - 18,0

(m - maaiveld)

hoogte maaiveld :

z = 5,477 (m + TAW)

nr.	aard van de grondmonsters	diepte (m)	
		van	tot
-	Aangevulde grond (stenen, baksteengruis, enz...)	0,0	1,2
-	Afwisseling van fijn zand en laagjes slappe klei	1,2	3,5
-	Groen glauconiethoudend fijn zand met schelpfragmenten en weinig kleibrokjes	3,5	7,8
-	Stijve klei met weinig fijn zand	7,8	8,9
-	Donkergroen glauconiethoudend fijn zand met schelpfragmenten	8,9	10,4
-	Donkergroen glauconiethoudend weinig kleihoudend fijn zand	10,4	14,4
-	Donkergroen glauconiethoudend kleihoudend fijn zand	14,4	17,4
-	Donkergroen glauconiethoudend kleihoudend fijn zand met zandsteenbanken	17,4	19,5
	Einde boring	19,5	
<u>Vermoedelijke geologische verklaring</u>			
	0,0 - 8,9 : Kwartair		
	8,9 - 19,5 : Zand van Vlierzele (P1d)		

BIJLAGE 5 - BEREKENINGEN POMPPROEVEN

Berekeningen pompproef 1

- Interpretatiemethode van WALTON

$$kD = \frac{Q}{4\pi s} W(u, r/L)$$

$$c = \frac{L^2}{kD}$$

$$s = \frac{4 kD \cdot t}{r^2} \cdot u$$

$$PB\ 4 : kD = \frac{98,4\ m^3/d}{4\pi \cdot 0,92\ m} \cdot 1 = 8,51\ m^2/d$$

$$c = \frac{(13,5\ m)^2}{8,51\ m^2/d} = 21,4\ d$$

$$s = \frac{4 \cdot 8,51\ m^2/d \cdot 0,076\ d \cdot 0,01}{(5,0\ m)^2} = 1,03 \cdot 10^{-3}$$

$$PB\ 5 : kD = \frac{98,4\ m^3/d \cdot 1}{4\pi \cdot 0,67\ m} = 11,69\ m^2/d$$

$$c = \frac{(31,3\ m)^2}{11,69\ m^2/d} = 83,8\ d$$

$$s = \frac{4 \cdot 11,69\ m^2/d \cdot 0,111\ d \cdot 0,01}{(10\ m)^2} = 0,52 \cdot 10^{-3}$$

- Interpretatiemethode van DE GLEE

$$kD = \frac{Q}{2\pi s} K_0(r/L) = \frac{98,4\ m^3/d \cdot 1}{2\pi \cdot 0,86\ m} = 18,2\ m^2/d$$

$$c = \frac{L^2}{kD} = \frac{(60\ m)^2}{18,2\ m^2/d} = 198\ d.$$

Berekeningen pompproef 2

- Interpretatiemethode van WALTON

$$kD = \frac{Q}{4\pi s} \quad W(u, r/L)$$

$$c = \frac{L^2}{kD}$$

$$S = \frac{4 \cdot kD \cdot t \cdot u}{r^2}$$

$$PB \ 2 : kD = \frac{162 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 1}{4\pi \cdot 0,60 \text{ m}} = 21,5 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$c = \frac{(27,8 \text{ m})^2}{21,5 \text{ m}^2/\text{d}} = 35,9 \text{ d}$$

$$S = \frac{4 \cdot 21,5 \text{ m}^2/\text{d} \cdot 0,00104 \text{ d} \cdot 0,1}{(5,00 \text{ m})^2} = 3,6 \cdot 10^{-4}$$

$$PB \ 3 : kD = \frac{162 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 1}{4\pi \cdot 0,64 \text{ m}} = 20,1 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$c = \frac{(28,4 \text{ m})^2}{20,1 \text{ m}^2/\text{d}} = 40,1 \text{ d}$$

$$S = \frac{4 \cdot 20,1 \text{ m}^2/\text{d} \cdot 0,037 \text{ d} \cdot 0,01}{(9,95 \text{ m})^2} = 3,0 \cdot 10^{-4}$$

$$H13-F2 : kD = \frac{162 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 1}{4\pi \cdot 0,28 \text{ m}} = 46,0 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$c = \frac{(104,7 \text{ m})^2}{46 \text{ m}^2/\text{d}} = 238,3 \text{ d}$$

$$S = \frac{4 \cdot 46,0 \text{ m}^2/\text{d} \cdot 0,0694 \text{ d} \cdot 0,01}{(22,0 \text{ m})^2} = 2,6 \cdot 10^{-4}$$

- Interpretatiemethode van DE GLEE

$$kD = \frac{Q}{2\pi s} \quad K_O(r/L) = \frac{162 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 1}{2\pi \cdot 0,87 \text{ m}} = 29,6 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$c = \frac{L^2}{kD} = \frac{(57 \text{ m})^2}{29,6 \text{ m}^2/\text{d}} = 109,7 \text{ d}$$